ACADÉMIE DES SCIENCES.

SEANCE DU LUNDI 13 FÉVRIER 1928.

PRÉSIDENCE DE M. MAURICE HAMY.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

NAVIGATION SOUS-MARINE. — *Les moyens de sauvetage des sous-marins.* Note (¹) de M. **Laubeuf.**

Le sauvetage peut s'entendre de deux façons : le sauvetage du personnel seul, le bâtiment étant considéré comme irrémédiablement perdu ; le sauvetage du bâtiment lui-même, soit que l'on cherche à le maintenir à flot après avarie, soit qu'on le ramène à la surface par ses propres moyens s'il a coulé au fond. De là, deux catégories d'appareils et de moyens, les premiers étant plus spécialement appelés *appareils de sauvetage ;* les seconds, *appareils de sécurité.*

Appareils de sauvetage. — Le nombre d'appareils proposés par les inventeurs ou d'appareils brevetés sur le sauvetage des équipages est innombrable, mais tous se ramènent à trois types :

La manche (ou tube) extensible ou non. — Elle consiste en un tuyau de diamètre suffisant pour donner passage à un homme, soit $0^m,70$ de diamètre au minimum. Ce tuyau doit avoir un diamètre supérieur à celui des panneaux d'accès dans le sous-marin. On vient le placer sur un de ces panneaux, en faisant l'étanchéité sur la coque et on le dresse verticalement en plaçant plusieurs tronçons l'un au-dessus de l'autre pour atteindre la surface. On épuise alors l'eau à l'intérieur de ce tube, et l'on y descend pour ouvrir le panneau d'accès qui donne passage à l'équipage. Ce procédé n'est applicable que si le sous-marin est coulé par un fond peu considérable (une

(¹) Séance du 6 février 1928.

vingtaine de mètres par exemple). L'étanchéité est difficile à faire et à tenir, surtout s'il y a des courants violents et du mauvais temps. Ce procédé, proposé par de nombreux inventeurs, n'a jamais été appliqué. Il offre non seulement des difficultés, mais des dangers pour les hommes de l'équipage que l'on veut sauver : en effet, au moment de l'ouverture du panneau, il y aurait décompression brusque de l'air comprimé dans le sous-marin par l'envahissement partiel de l'eau, d'où envahissement complet du bateau entraînant la mort des survivants.

Flotteurs détachables. — On peut les classer en trois catégories :

1° *Flotteurs de petites dimensions.* Déclenchés de l'intérieur du sous-marins, destinés : les uns à porter à la surface un câble téléphonique ou bien un tuyau flexible. Le premier permet de communiquer avec l'équipage d'un sous-marin naufragé. Le second permet de lui envoyer de l'air comprimé ou des aliments liquides. Ce genre de flotteurs est en usage sur les sous-marins modernes. Il ne constitue pas à proprement parler un moyen de sauvetage.

2° *Flotteurs un peu plus grands*, destinés à porter à la surface un petit câble d'acier. Celui-ci peut servir :

a. Soit de moyen de tirer un câble plus gros, puis par celui-ci une chaîne de relevage existant à bord et maillée sur des boucles rivées au sous-marin. Si de telles boucles n'existent pas, il faut faire descendre des scaphandriers pour passer des chaînes sous la coque du sous-marin, opération toujours longue et souvent fort difficile s'il y a du courant, une mer agitée, et si le bateau coulé est à grande profondeur; 50^{m} est la limite où les scaphandriers peuvent travailler.

b. Soit de *guide* permettant de faire glisser le long du petit câble un gros câble terminé par un crochet à ressort venant s'engager dans la boucle de relevage. De nombreux brevets ont été pris pour des dispositions diverses. Ces différents systèmes sont *abandonnés totalement*, en raison du poids d'un sous-marin immergé qui varie actuellement de 400 à 1000 tonnes. On n'arriverait pas à faire travailler également les différents câbles ou chaînes sur les diverses boucles, et, en raison du poids énorme à soulever, on casserait les chaînes ou câbles, ou l'on arracherait les boucles.

3° *Flotteurs de grandes dimensions rigides* et *résistants* pouvant recueillir les hommes de l'équipage du sous-marin en cas de sinistre. Ils sont sur la partie supérieure du sous-marin et sont détachés par les hommes de l'équipage lorsque ceux-ci ont gagné le flotteur. De nombreux dispositifs ont été brevetés. Cette installation, réalisée pour la première fois sur le

Plongeur (1865), n'est plus *jamais* employée : trop lourds et trop encombrants sur un petit sous-marin, elle est devenue inefficace sur un grand. Les plus petits sous-marins en construction actuellement ont 40 hommes d'équipage; les grands en ont 80. D'où impossibilité d'avoir des flotteurs assez nombreux ou assez volumineux et de pouvoir évacuer assez vite l'équipage car les hommes ne peuvent passer qu'un à un dans le ou les flotteurs.

Sauvetage individuel par sas. — Le sas est un petit compartiment permettant de faire communiquer deux espaces où règnent des pressions différentes, par le moyen de deux portes ou panneaux étanches qu'on manœuvre successivement. C'est ce qu'on emploie pour accéder aux caissons à air comprimé dans les travaux publics. Les hommes passent un à un dans le sas, dont les panneaux sont manœuvrés soit de l'intérieur du sous-marin, soit de l'intérieur du sas.

Tous les sous-marins modernes sont munis de tels sas. Il est extrêmement douteux qu'on puisse les utiliser : d'abord les catastrophes de sous-marins sont très rapides : en 25 ou 30 secondes, un bateau va au fond. De plus, le compartiment placé sous le sas peut être envahi par les eaux et c'est généralement le cas. Enfin, si le sous-marin est coulé à des profondeurs dépassant une vingtaine de mètres, il faut que les hommes, pour n'être pas asphyxiés par une décompression trop rapide, aient le temps de mettre un appareil respiratoire. Cet appareil comporte un casque métallique pourvu de fenêtres vitrées, qui enveloppe la tête, et d'une fraction de vêtement caoutchouté, descendant jusqu'à la ceinture. Le plus connu des modèles de ce genre d'appareils est le Siebe-Gorman employé dans les marines américaine et britannique. Jamais on n'aurait le temps de faire cette manœuvre, et de faire passer les hommes un à un par le sas, si même on peut y accéder.

A ma connaissance, tous les appareils de sauvetage rentrent dans un de ces trois systèmes. Je les considère tous comme parfaitement inefficaces : d'abord parce qu'une catastrophe de sous-marin est extrêmement rapide et qu'on n'a pas le temps de se servir des appareils, ensuite, parce que, dans tous les cas connus, le sous-marin coule, soit par l'avant, soit par l'arrière, et quelques hommes seulement peuvent se réfugier dans un compartiment extrême, à l'arrière ou à l'avant.

La seule chose efficace, à mon avis, est d'avoir sur ces deux compartiments extrêmes des raccords munis de robinets extérieurs permettant de visser les tuyaux flexibles amenés par les sauveteurs et d'envoyer par là de l'air ou des aliments liquides aux hommes enfermés dans ce compartiment. Ils peuvent ainsi attendre les secours comportant des moyens puissants.

Mais il ne faut pas se dissimuler que, lorsqu'un sous-marin coulé au fond ne peut attendre son salut que de secours extérieurs, il y a malheureusement de grandes chances pour que ces sauveteurs ne puissent renflouer le sous-marin qu'au bout de plusieurs jours, parfois plusieurs semaines de travail.

On peut citer entre autres les exemples des sous-marins suivants :

A-1 (anglais) coulé devant Portsmouth (18 mars 1904); *A*-8 (anglais) coulé près de Plymouth (8 juin 1905); *Farfadet* (français) coulé à 500^m de l'arsenal de Sidi-Abdallah (lac de Bizerte), 6 juillet 1905; *Lutin* (français) coulé le 16 octobre 1906 à Bizerte; *Pluviôse* (français) coulé le 26 mai 1910 à Calais; *A*-8 (anglais) coulé le 2 février 1912, etc., etc.

Dans tous ces cas, le bateau n'a été relevé qu'après un travail qui a duré entre 3 jours et 37 jours; tout l'équipage était mort.

Ce n'est que dans des cas tout à fait exceptionnels que les secours amenés de l'extérieur ont pu sauver l'équipage d'un sous-marin coulé.

Par exemple le sous-marin allemand *U*-3 de 400 tonnes, coulé en rade de Kiel par 14^m de fond seulement et à proximité du plus puissant arsenal allemand, le 17 janvier 1911 à 11^h, fut secouru dans l'après-midi. Ce n'est que le lendemain matin que l'on réussit à lever l'avant du bateau suffisamment pour que l'équipage pût sortir par le tube lance-torpilles de l'avant. Mais trois hommes, le commandant, le second et un matelot, avaient péri dans le kiosque.

Le *K*-13 anglais coulé dans la Clyde en septembre 1917 par 20^m de fond seulement au cours de ses essais se trouvait dans des conditions très favorables : profondeur faible, eaux tranquilles puisqu'on était en rivière, enfin proximité de chantiers industriels très puissamment organisés. Il a fallu cependant 40 heures d'effort pour amener l'extrémité avant de ce navire de 1800 tonnes et 101^m de longueur à la surface. On a alors découpé au chalumeau un trou dans la coque et les 80 hommes qui étaient à bord ont pu sortir.

J'arrête là ces exemples. On peut en conclure que chaque fois que l'accident s'est produit en pleine mer dans des eaux agitées, et à des profondeurs supérieures à 20^m, les secours extérieurs se sont toujours montrés impuissants à sauver le personnel. Ils ont, et encore pas toujours, réussi à relever le navire au bout d'un temps souvent très long. Le sous-marin américain *S*-4 n'a pas fait exception à cette règle.

Les efforts pour rendre les catastrophes de sous-marins moins dangereuses

doivent porter surtout sur les procédés à employer pour maintenir le bâtiment à la surface de l'eau par ses propres moyens assez longtemps pour permettre à l'équipage de s'échapper.

Ces moyens sont : 1° emploi d'un poids de sécurité en plomb généralement, placé à la partie inférieure et au milieu de la longueur. On l'abandonne *instantanément* par le moyen d'un simple levier. Ce moyen peut être efficace, et l'a été dans plusieurs occasions *lorsqu'il ne s'agit que d'une voie d'eau assez peu importante*

2° Chasse par l'air comprimé dans les compartiments, remplis d'eau normalement, dits water-ballasts. Les sous-marins emportent une provision assez considérable d'air comprimé à 180^{kg} par centimètre carré. Une simple ouverture du robinet sur les réservoirs permet de chasser l'eau des water-ballasts. C'est certainement le moyen le plus efficace. C'est par des chasses d'air comprimé que, pendant la guerre, l'héroïque commandant Morillot réussit à ramener à la surface le sous-marin *Monge* abordé dans l'Adriatique par un destroyer autrichien. Tout l'équipage put alors s'échapper et le *Monge* redescendit aux abîmes en entraînant avec lui Morillot qui n'avait pas voulu quitter son navire.

CLIMATOLOGIE. — *L'Observatoire climatologique du Mont-Revard.*
Note (1) de MM. **d'Arsonval**, **Bordas** et **Besson**.

Le Mont-Revard est situé, comme on le sait, à moins de 5^{km} d'Aix-les-Bains qu'il domine de 1200 à 1300^{m}. C'est la crête terminale d'un grand plateau calcaire, couvert de prairies et de bois.

Jusqu'à ces temps derniers, aucune observation sérieuse n'y avait été faite. Aussi trouve-t-on à son sujet, dans la littérature médicale et touristique, les indications les plus inexactes, notamment pour la température et l'insolation.

En raison de l'intérêt que présente le Mont-Revard comme station climatique, l'Institut d'Hydrologie et de Climatologie du Collège de France y a fondé un observatoire climatologique, avec le concours de la Compagnie du Revard.

Le poste d'observation est installé à l'altitude de 1522^{m} sur un des points culminants du plateau, près de la gare du funiculaire qui relie le Mont-Revard à Aix-les-Bains.

(1) Séance du 6 février 1928.

Il a été doté du matériel suivant : un abri météorologique fermé, du modèle de l'Office national météorologique légèrement modifié, qui contient des thermomètres à maxima et à minima, un psychromètre et des enregistreurs de la température et de l'humidité; un héliographe Campbell-Stokes; un pluviomètre avec enveloppe protectrice contre la gelée; un nivomètre identique à celui qui est employé à l'hospice du Grand-Saint-Bernard; une girouette de précision; un anémomètre Robinson à compteur kilométrique; un actinomètre totalisateur Bellani.

Ces instruments sont lus chaque jour à 9^h, 13^h et 18^h (16^h en hiver). L'observateur note en outre la nébulosité, la visibilité, l'épaisseur de la couche de neige et les phénomènes divers.

Les observations, qui ont commencé dans le courant de mars 1926, comprennent actuellement tout près de deux années, dont un hiver et deux étés complets. Elles fournissent déjà une première approximation du climat du Mont-Revard, au sujet duquel il ne paraît pas inutile de donner dès à présent quelques indications.

La température moyenne annuelle (moyenne des maxima et des minima) est de $4^\circ,9$. Cette moyenne, que la suite des observations ne pourra guère modifier de plus de quelques dixièmes de degré, est bien supérieure à celle de Davos, station suisse située à peu près à la même altitude ($2^\circ,6$).

L'amplitude moyenne annuelle (différence entre les températures moyennes du mois le plus froid et du mois le plus chaud) serait de $15^\circ,2$ au Mont-Revard. Elle est de $19^\circ,1$ à Davos.

Les températures extrêmes ont été jusqu'à ce jour $-21^\circ,0$ le 18 décembre 1927 et $24^\circ,5$ le 16 juin 1927.

Entre Aix-les-Bains et le Mont-Revard, la différence de température est en moyenne de $6^\circ,9$ pour une différence d'altitude de 1252^m. Le matin, à l'heure du minimum de température, elle est seulement de $4^\circ,3$. Dans l'après-midi, au contraire, à l'heure du maximum, elle s'élève en moyenne annuelle à $9^\circ,6$ et atteint en été 13°.

L'humidité relative, assez constante, est en moyenne de 77 au Mont-Revard.

Autant qu'on puisse le savoir jusqu'à présent, il y tombe annuellement 1500^{mm} d'eau. L'enneigement varie beaucoup d'une année à l'autre. C'est ainsi que la neige, qui avait constamment couvert le sol en décembre 1926, n'a persisté que 20 jours en décembre 1927. L'épaisseur maxima constatée a été de $1^m,32$ en mars 1927.

Le régime des vents est très régulier. Toute l'année, il y a deux directions

dominantes, de fréquences à peu près égales, celle du Nord-Est et celle du Sud-Ouest. Pendant l'année 1927, la vitesse moyenne du vent a été de $5^{m},7$.

Le nombre annuel d'heures de soleil est de 1928. On a compté par an 93 jours sans soleil et 80 jours d'insolation ininterrompue.

Il résulte nettement des observations de visibilité que la transparence de l'air au Mont-Revard est plus grande en hiver qu'en été.

M. Guillaume Bigourdan fait hommage à l'Académie de brochures intitulées : 1° *Rapport annuel sur les travaux effectués par le Bureau international de l'Heure en* 1927 ; 2° *L'Astronomie à Béziers, l'Observatoire, la querelle Cassini-Lalande ;* 3° *L'Ancien Observatoire de Marseille de* 1810 *à* 1821.

M. Charles Fabry fait hommage à l'Académie de ses *Éléments de Thermodynamique*.

M. de Sparre fait hommage à l'Académie [1] d'un Mémoire extrait des *Annales de la Société Scientifique de Bruxelles* ayant pour titre : *Mouvement des projectiles autour de leur centre de gravité et conditions à remplir pour assurer leur stabilité*.

Il a été publié dans ces derniers temps, en particulier dans le 3e fascicule du tome VI du *Mémorial de l'Artillerie française*, un certain nombre de Mémoires sur cette question, mais les résultats donnés sont, sinon inexacts, tout au moins incomplets.

Pour l'ensemble du phénomène, ces Mémoires reproduisent les résultats que j'ai donnés en 1875 dans mon premier Mémoire, publié dans le *Bulletin de la Société de Statistique* de l'Isère, à savoir que, tant que l'angle de l'axe de figure avec la tangente reste petit (ce qui a lieu tant que la vitesse ou la densité de l'air ne sont pas très réduites), l'axe du projectile exécute une série de révolutions autour d'une position moyenne, assez rapprochée de la tangente et située dans un plan perpendiculaire au plan vertical passant par la tangente.

Toutefois l'amplitude de ce mouvement de révolution se trouve plus ou

---

[1] Séance du 6 février 1928.

moins modifiée par des termes secondaires dont j'ai négligé l'influence dans mes Mémoires précédents [1]. Or les Mémoires dont je viens de parler, s'ils tiennent compte de certains de ces termes en négligent d'autres du même ordre, de sorte que, comme je le dis plus haut, les résultats donnés sont, sinon inexacts, du moins incomplets. Dans le Mémoire dont je fais hommage à l'Académie je me borne au cas où l'angle de l'axe de figure avec la tangente reste petit, me réservant de revenir ultérieurement sur le cas où cet angle peut prendre une valeur considérable.

NOMINATIONS.

M. **Maurice d'Ocagne** est désigné pour représenter l'Académie à la cérémonie du *Centenaire de la naissance de Jules Verne*, le 12 mars 1928, à Nantes.

CORRESPONDANCE.

M. **Yersin** adresse des remercîments pour la distinction que l'Académie a accordée à ses travaux.

M. le **Secrétaire perpétuel** signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance :

1° R. Anthony. *Anatomie comparée du cerveau*. (Présenté par M. L. Bouvier.).

2° Armand de Gramont. *La Télémétrie monostatique* (Fascicule II du *Mémorial des Sciences physiques*). (Présenté par M. Ch. Fabry.)

3° *In memoriam N. I. Lobatschevskii*. Vol. II : *Collection des mémoires présentés par les savants de divers pays à la Société physico-mathématique de Kazan, à l'occasion de la célébration du centenaire de la découverte de la géométrie non euclidienne par N. I. Lobatcheffsky*.

---

[1] Sauf dans celui sur les grandes trajectoires, où j'ai toutefois laissé de côté la question de la stabilité au départ.

4° *Ad annum MCMXXVI centesimum a geometra Kazaniensi N. I. Lobacewski noneuklideae geometriae systematis inventi concelebrandum.*

5° *Comptes rendus des travaux du laboratoire Carlsberg.* Table des volumes I à XVI, 1876-1927.

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Les théorèmes d'oscillation des systèmes différentiels homogènes réguliers du quatrième ordre.* Note de M. S. A. **Janczewski**, présentée par M. Hadamard.

I. Nous avons considéré le système homogène du quatrième ordre :

$$(1)\qquad [\rho(x)y'']'' + [\psi(x) - \lambda\tau(x)]y = 0 \qquad (a \leqq x \leqq b),$$

$$(2)\qquad c_{i1}(\rho y'')'_a + c_{i2}(\rho y'')_a + c_{i3}y'_a + c_{i4}y_a + d_{i1}(\rho y'')'_b + d_{i2}(\rho y'')_b + d_{i3}y'_b + d_{i4}y_b = 0 \quad (i = 1 - 4),$$

où l'on suppose que ρ, ρ', ρ'', ψ, τ sont continues, $\rho > 0$, $\tau \geqq 0$ et ne s'annulent que pour un nombre fini des valeurs de x, et que le système est son propre adjoint. Nous avons montré que chaque système (1), (2) est — à un changement de x en $a + b - x$ près — équivalent à un système aux conditions d'une des dix formes canoniques I-X ([1]).

II. Nous dirons que le système canonique est régulier si :

A. Le système correspondant de Sturm (c'est-à-dire le système où l'on pose $M_i = L_i = R_i = E_i = H_i = S_i = B = T = F = 0$) est régulier ([2]), c'est-à-dire si N_2, $P \leqq 0$; N, Q, K, $K_2 \geqq 0$.

B. Si dans VII : $S_1 S_2 \geqq 0$; — dans V : 1° H_i sont du même signe ; 2° $H_1 = 0$ ou $K = 0$, $K_1 \geqq 0$; — dans IV : $E_3 = E_2 = 0$; ou $E_3 = 0$, $E_1 E_2 \leqq 0$, $B_1 \leqq 0$; ou $E_2 = K = 0$, $K_1 \geqq 0$, $E_3 E_1 \geqq 0$; — dans III : $R_3 = R_2 = 0$; ou $R_3 = 0$, $P_1 \leqq 0$, $R_1 R_2 \leqq 0$; ou $R_2 = 0$, $Q_1 \geqq 0$, $R_3 R_1 \leqq 0$; — dans II : $L_4 = L_2 = L_3 = 0$; ou $L_4 = L_2 = 0$, $L_1 L_3 \leqq 0$, $K = 0$, $K_1 \geqq 0$; ou $L_2 = L_3 = 0$, $L_1 L_4 \geqq 0$, $K = 0$, $K_1 \geqq 0$; ou $L_4 = L_1 = 0$, $L_2 L_3 \geqq 0$, $K = 0$, $K_1 \geqq 0$, $P_1 \leqq 0$; — dans I : 1° M_i sont du même signe; 2° $M_2 = 0$, $M_4 M_3 = 0$ et $M_4 \neq 0$, $K = 0$, $K_1 \geqq 0$; ou $M_3 \neq 0$; $N = 0$, $N_1 \leqq 0$.

Les systèmes aux conditions VIII, IX, X sont toujours réguliers.

III. En partant du théorème d'oscillation des systèmes réguliers de Sturm ([2]) nous démontrons, en nous servant de la méthode de continuité, le théorème d'oscillation des systèmes réguliers (1), (2) :

([1]) *Comptes rendus*, **186**, 1928, p. 287.

([2]) Voir notre Note, *Comptes rendus*, **184**, 1927, p. 261.

Si $\tau > 0$, le système (1), (2) a une infinité de nombres caractéristiques λ_i, $\lambda_0, \ldots, \lambda_{m+1}$ sont irréguliers (leurs fonctions caractéristiques peuvent avoir un nombre indéfini de zéros) et les $\lambda_{m+2} \ldots$ (tous > 0 et $> \lambda_{m+1} \ldots \lambda_0$) ont les propriétés suivantes. Les $fc2n$ et $fc2n+1$ [1] (ou $fc2n-1$ et $fc2n$) [2] peuvent avoir, indépendamment l'une de l'autre, $2n$ ou $2n+1$ (ou $2n-1$ ou $2n$) zéros simples pour $a < x < b$. Les nombres caractéristiques λ_{2n} et λ_{2n+1} (ou λ_{2n-1} et λ_{2n}) sont plus grands que tous les λ_m de rang plus petit et plus petits que tous les λ_m de rang plus grand ($2n \geqq m+2$). En particulier, dans les systèmes aux conditions IX, VII, V (excepté le cas $H_2 = 0$, $H_1 \neq 0$) et IV (dans le cas $E = 0$, $E_2 \neq 0$) les $fc2n$ et $fc2n+1$ (resp. $fc2n-1$ et $fc2n$) ont $2n$ (resp. $2n-1$) zéros simples dans $a < x < b$ et encore un dans $a \leqq x \leqq b$. On peut prendre pour m le rang du plus petit nombre caractéristique régulier positif, surpassant le rapport de $\max\psi$ à $\min\tau$ pour le système qui résulte du système donné quand on remplace ψ par $\min\psi$ et τ par $\max\tau$.

Si dans le système considéré $\psi \equiv 0$, les λ_k irréguliers sont $< \lambda_7$ et tous les $\lambda_j (j \geqq 5)$ ne sont pas irréguliers; si dans un système, pour toutes les valeurs numériques des coefficients des conditions aux limites, on a λ_r, $\lambda_{r+1} \ldots > 0$ ($r \leqq 5$), alors notre théorème d'oscillation vaut en commençant par λ_r. L'existence des λ_k irréguliers est vérifiée par des exemples [3]. Dans le cas $\psi \equiv 0$, $\min\tau = 0$, on démontre de la même manière la distribution des nombres caractéristiques par paires; les propriétés oscillatoires des fonctions caractéristiques sont les mêmes que plus haut.

IV. Ajoutons encore que le théorème d'oscillation du système

$$(\rho y'')'' - \lambda\tau y = 0, \qquad (\rho y'')'_b + H_2(\rho y'')'_a = 0, \qquad (\rho y'')_b + H_1(\rho y'')_a = 0,$$
$$y'_a + H_1 y'_b = 0, \qquad y_a + H_2 y_b = 0,$$

nommé périodique — le seul des systèmes n'étant pas de Sturm qu'on a étudié jusqu'ici — n'est qu'un cas très particulier de notre théorème d'oscillation du système canonique V.

---

(1) fcm — la fonction caractéristique correspondant à λ_m.

(2) Nous supposons que dans IX : $F < 0$ (resp. > 0); dans VIII : $T > 0$ (resp. < 0); dans VII : $S_i \geqq [\leqq] 0$; dans VI : $B < [>] 0$; dans V : $H_i \geqq [\leqq] 0$; dans IV : E_1, $E_3 \leqq [\geqq] 0$, $E_2 \geqq [\leqq] 0$; dans III : $R_1 \geqq [\leqq] 0$, R_2, $R_3 \leqq [\geqq] 0$; dans II : L_1, $L_4 \geqq [\leqq] 0$, $L_2 L_3 \leqq [\geqq] 0$; dans I : $M_i \geqq [\leqq] 0$.

(3) Voir la note (2) de la page précédente.

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur les transformations linéaires fonctionnelles, et les rotations fonctionnelles non euclidiennes.* Note [1] de M. **J. Delsarte**, présentée par M. Goursat.

J'ai défini, dans ma Thèse qui paraîtra prochainement dans les *Annales de la Faculté des Sciences de Toulouse*, les noyaux de rotations fonctionnelles, caractérisés par les conditions

$$\mathcal{R}[K(st)] = K(st) + K(ts) + \int_a^b K(s\tau)K(t\tau)\,d\tau = 0,$$

$$\mathcal{S}[K(st)] = K(st) + K(st) + \int_a^b K(\tau t)K(\tau t)\,d\tau = 0,$$

alors conséquence l'une de l'autre.

Si l'on compare à *la manière de Fredholm*, à droite ou à gauche, un noyau quelconque L et un noyau de rotation K, on voit sans peine que

$$\mathcal{R}[KL] = \mathcal{R}[L], \quad \mathcal{S}[LK] = \mathcal{S}[L].$$

Les noyaux symétriques $\mathcal{R}[L]$ et $\mathcal{S}[L]$ ont les propriétés suivantes :

1° *Ils ont les mêmes valeurs singulières, extérieures à l'intervalle* $(-1; 0)$;

2° *Les fonctions fondamentales correspondantes forment deux systèmes orthogonaux semblablement ordonnés.*

Ceci posé, on a le théorème suivant :

Le noyau $H(st)$ *d'une transformation linéaire de Fredholm réelle peut se mettre sous l'une ou l'autre des formes*

$$H = KS = \Sigma K,$$

K *étant le noyau d'une* ROTATION FONCTIONNELLE *réelle, et* S *et* Σ *ceux de deux* DILATATIONS FONCTIONNELLES *réelles* (c'est-à-dire que S et Σ sont des noyaux symétriques et réels).

S et Σ sont déterminés par les conditions

$$\mathcal{R}[H] = \mathcal{R}(S) = 2S + S^2, \qquad \mathcal{S}[H] = \mathcal{S}[\Sigma] = 2\Sigma + \Sigma^2,$$

$\mathcal{R}[H]$ et S, par exemple, ont les mêmes fonctions fondamentales; les valeurs singulières correspondantes λ_i et μ_i étant liées par

$$\frac{1}{\mu_i} = -1 \pm \sqrt{1 + \frac{1}{\lambda_i}}.$$

---

[1] Séance du 6 février 1928.

Les μ sont réels à cause de la condition 1° sur les λ.

Il y a une infinité de noyaux S ou Σ, obtenus en prenant toutes les combinaisons de signes.

Une fois S et Σ déterminés, le noyau de rotation K l'est d'une manière unique par les équations *compatibles*

$$H = KS = \Sigma K.$$

Conséquences. — I. Résolution du système

$$\mathcal{R}[H] = \rho; \qquad \mathcal{S}[H] = \sigma.$$

Elle est possible pourvu que ρ *et* σ *vérifient* 1° *et* 2°. Posant

$$H = KS = \Sigma K,$$

on détermine S et Σ comme plus haut. K est le noyau de la rotation permettant de passer du système des fonctions fondamentales de ρ à celui formé par celles de σ.

II. Déterminations des rotations fonctionnelles *non euclidiennes* qui laissent invariante la « distance »

$$\int_a^b f^2(s)\,ds + \int_a^b \int_a^b S(st) f(s) f(t)\,ds\,dt.$$

Cette forme est définie positive pourvu que les valeurs fondamentales du noyau symétrique S vérifient la condition 1°. *Les rotations cherchées sont les transformées des rotations euclidiennes par la dilatation de noyau* σ *tel que*

$$\mathcal{R}[\sigma] = S.$$

Les groupes formés par ces rotations sont donc les transformés par σ *des groupes de rotations fonctionnelles euclidiennes.*

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur certains systèmes d'équations différentielles dépendant d'un paramètre.* Note de M. **P. Fatou**, présentée par M. Goursat.

Considérons le système d'équations différentielles, que nous supposons du second ordre pour abréger l'écriture :

$$(1) \qquad \frac{dx_i}{dt} = f_i\left(x_1, x_2, \frac{t}{\varepsilon}, \varepsilon\right) \qquad (i = 1, 2).$$

Les f_i sont des fonctions périodiques de $\frac{t}{\varepsilon}$ développables en séries de Fourier :

$$f_i = A_{0,i} + A_{1,i}\cos\frac{t}{\varepsilon} + B_{1,i}\sin\frac{t}{\varepsilon} + \ldots + A_{p,i}\cos\frac{pt}{\varepsilon} + B_{p,i}\sin\frac{pt}{\varepsilon} + \ldots.$$

Les A et les B sont des fonctions continues de x_1, x_2, ε; nous supposons que pour $x_i^0 - h_i \leqq x_i \leqq x_i^0 + h_i$ et $0 \leqq \varepsilon \leqq 1$, les séries

$$\sum |A_{p,i}| + |B_{p,i}| \quad \text{et} \quad \sum \frac{1}{p}\left[\left|\frac{\partial A_{p,i}}{\partial x_k}\right| + \left|\frac{\partial B_{p,i}}{\partial x_k}\right|\right]$$

sont uniformément convergentes et que le système des solutions (x_1, x_2) du système (1), pour les conditions initiales (x_1^0, x_2^0), vérifie les inégalités qui précèdent pour $t_0 \leqq t \leqq T$. Il s'agit de trouver ce que deviennent x_1, x_2, quand on fait tendre ε vers zéro, les seconds membres de (1) étant alors indéterminés. Observons que, moyennant nos hypothèses, ces seconds membres sont inférieurs en valeur absolue à une constante finie M; si donc l'on donne à ε une suite quelconque de valeurs tendant vers zéro, on peut, d'après le principe d'Arzelà, en extraire une nouvelle suite telle que les fonctions correspondantes $x_1(t, \varepsilon)$ et $x_2(t, \varepsilon)$ convergent uniformément vers les fonctions limites continues ξ_1 et ξ_2 dans l'intervalle (t_0, T). Ceci posé, les relations (1) intégrées de t_0 à t donnent

$$\begin{aligned} x_i - x_i^0 = \int_{t_0}^{t} A_{0,i}(x_1, x_2, \varepsilon)\,dt + \varepsilon \sum_{p=1}^{\infty} \frac{1}{p}\left[A_{p,i}\sin\frac{pt}{\varepsilon} - B_{p,i}\cos\frac{pt}{\varepsilon}\right]_{t_0}^{t} \\ - \varepsilon \sum_{p=1}^{\infty}\frac{1}{p}\int_{t_0}^{t}\left[\left(\frac{\partial A_{p,i}}{\partial x_1}\frac{dx_1}{dt} + \frac{\partial A_{p,i}}{\partial x_2}\frac{dx_2}{dt}\right)\sin\frac{pt}{\varepsilon}\right. \\ \left. - \left(\frac{\partial B_{p,i}}{\partial x_1}\frac{dx_1}{dt} + \frac{\partial B_{p,i}}{\partial x_2}\frac{dx_2}{dt}\right)\cos\frac{pt}{\varepsilon}\right]dt, \end{aligned}$$

ce qu'on peut écrire

$$(2) \qquad x_i - x_i^0 = \int_{t_0}^{t} A_{0,i}(x_1, x_2, \varepsilon)\,dt + \varepsilon Q_i,$$

Q_i étant bornée pour $t_0 \leqq t \leqq T$ et $0 \leqq \varepsilon \leqq 1$, comme on le voit immédiatement. On en déduit en passant à la limite que ξ_1 et ξ_2 sont les solutions du système qu'on obtient en remplaçant dans (1) les seconds membres par leurs valeurs moyennes et ε par zéro, sans changer les conditions initiales; ces fonctions sont donc bien déterminées et (x_1, x_2) tendent uniformément vers (ξ_1, ξ_2), de quelque manière que ε tende vers zéro. Remarquons d'ailleurs que, d'après le lemme de Poincaré, ξ_1 et ξ_2 sont les limites pour $\varepsilon = 0$ des

intégrales X_1, X_2 du système

$$\frac{dX_i}{dt} = A_{0,i}(X_1, X_2, \varepsilon) \qquad (i=1, 2), \tag{3}$$

prenant toujours les valeurs (x_1^0, x_2^0) pour $t=t_0$. En comparant (2) et (3) et remarquant que les dérivées partielles du premier ordre des fonctions A_0 sont continues et bornées, on voit que les différences $x_1 - X_1 = y_1$ et $x_2 - X_2 = y_2$ vérifient deux relations de la forme

$$y_i = \int_{t_0}^{t} (C_i y_1 + D_i y_2)\, dt + \varepsilon Q_i \qquad (i=1, 2), \tag{4}$$

qui permettent d'établir facilement que y_1 et y_2 sont de l'ordre de ε; regardons en effet les C, D, Q comme des fonctions de t; ces fonctions sont inconnues, mais ce sont des fonctions uniformément bornées. En remplaçant y_1 et y_2 par εz_1 et εz_2, le facteur ε disparaît et l'algorithme connu d'approximations successives qui donne l'unique système de solutions (z_1, z_2) des deux équations obtenues donne pour ces solutions des fonctions de t uniformément bornées; $x_1 - X_1$ et $x_2 - X_2$ sont donc de l'ordre de ε comme nous l'avions annoncé.

Regardons les x_i comme définissant les positions et les vitesses d'un système de points matériels soumis, entre autres, à l'action d'un champ de forces périodique et de période infiniment petite, dérivé d'un potentiel. En remplaçant ce potentiel, fonction du temps, par sa valeur moyenne, on commet sur les positions et les vitesses des points du système, des erreurs de l'ordre de la période et s'évanouissant avec elle; la discontinuité, à la limite, ne se fait sentir que sur les accélérations. Ces considérations, utiles dans certaines applications, permettent notamment de préciser certains points de la théorie des perturbations planétaires.

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur un système d'équations aux dérivées partielles*. Note de M. **Maurice Janet**, présentée par M. Goursat.

On rencontre dans certaines questions le système suivant

$$\frac{A(v)}{A(u)} = \frac{B(v)}{B(u)} = \frac{C(v)}{C(u)}, \tag{1}$$

où A, B, C représentent trois symboles de transformations infinitésimales arbitraires (indépendantes et non en involution).

A, B, C étant donnés, u, v étant considérées comme *deux* fonctions inconnues des n variables indépendantes $x_1, x_2, \ldots, x_n$, quel est le degré de généralité de la solution de ce système de *deux* équations du premier ordre, auquel, comme on le constate aisément, le théorème classique de Cauchy ne peut pas s'appliquer ?

1. La réponse s'obtient en remarquant la conséquence suivante du système (1)

$$(2)\qquad \mathrm{A}[\mathrm{C}(v)\mathrm{B}(u)-\mathrm{C}(u)\mathrm{B}(v)]+\mathrm{B}[\mathrm{A}(v)\mathrm{C}(u)-\mathrm{A}(u)\mathrm{B}(v)] + \mathrm{C}[\mathrm{B}(v)\mathrm{A}(u)-\mathrm{B}(u)\mathrm{B}(v)]=0$$

qui est *du premier ordre*.

Si l'on joint (2) à une des équations (1), on obtient un système de la forme normale de Cauchy. Si l'on suppose de plus que les données initiales u, v adoptées pour ce système satisfont, sur la multiplicité à $n-1$ dimensions qui les porte, à une certaine relation différentielle du premier ordre déduite de (1), les fonctions u, v que l'on en tire satisfont partout au système (1).

La solution de (1) dépend d'*une seule* fonction arbitraire de *$n-1$ variables*, et d'arbitraires de genre inférieur.

2. Pour donner un résultat entièrement précis, supposons, ce qu'on est toujours en droit de faire, que les coefficients de $\frac{\partial}{\partial x_1}$, $\frac{\partial}{\partial x_2}$, $\frac{\partial}{\partial x_3}$ dans A, B, C soient respectivement

$$\begin{matrix} 1 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{matrix}$$

L'une au moins des trois expressions

$$\mathrm{P}\equiv\mathrm{C}(\mathrm{B})-\mathrm{B}(\mathrm{C}),\qquad \mathrm{Q}\equiv\mathrm{A}(\mathrm{C})-\mathrm{C}(\mathrm{A}),\qquad \mathrm{R}\equiv\mathrm{B}(\mathrm{A})-\mathrm{A}(\mathrm{B})$$

n'est pas identiquement nulle ; supposons que P ne soit pas identiquement nulle.

Choisissons sur la multiplicité à $n-1$ dimensions, $x_1=x_1^0$, une valeur arbitraire (holomorphe) $\bar{u}$, satisfaisant à la seule rectriction $\mathrm{C}(\bar{u})\neq 0$.

Puis sur la multiplicité à $n-2$ dimensions $x_1=x_1^0$, $x_2=x_2^0$ une valeur arbitraire (holomorphe) $\bar{v}$ satisfaisant à la seule restriction

$$\mathrm{P}(\bar{v})\mathrm{C}(\bar{u})-\mathrm{P}(\bar{u})\mathrm{C}(\bar{v})\neq 0.$$

Le système (1) a *une solution holomorphe et une seule telle que* u *se réduise à* $\bar{u}$ *pour* $x_1 = x$, et *que* v *se réduise à* $\bar{v}$ *pour* $x_1 = x_1^0$, $x_2 = x_0^0$.

3. Pour une solution déterminée du système (1), les *caractéristiques*, c'est-à-dire les multiplicités à $n-1$ dimensions $\varphi = 0$, pour lequel le théorème général énoncé au n° 1 tombe en défaut, satisfont à l'équation aux dérivées partielles suivante :

$$[\lambda P(u) - P(v)] A\left(\frac{\partial \varphi}{\partial x}\right) + [\lambda Q(u) - Q(v)] B\left(\frac{\partial \varphi}{\partial x}\right) + [\lambda R(u) - R(v)] C\left(\frac{\partial \varphi}{\partial x}\right) = 0,$$

où λ désigne la valeur commune des rapports

$$\frac{A(v)}{A(u)}, \quad \frac{B(v)}{B(u)}, \quad \frac{C(v)}{C(u)}.$$

TOPOLOGIE. — *Sur la structure dimensionnelle des ensembles fermés.* Note de M. **L. Tumarkin**, présentée par M. Hadamard.

Le but de la présente Note est de montrer que les éléments essentiels qui déterminent la structure d'un ensemble fermé à n dimensions sont les *multiplicités cantoriennes* au sens d'Urysohn (1). On a en effet le résultat suivant :

Théorème fondamental. — *Tout ensemble fermé et compact* F *de dimension* n *se réduit, par suppression éventuelle d'un sous-ensemble ouvert de dimension* $n-1$ *au plus, à la fermeture* (2) *d'un ensemble constitué entièrement de multiplicités cantoriennes maximales* (3) *à* n *dimensions, celles-ci ne pouvant*

(1) P. Urysohn, *Comptes rendus*, 175, 1922, p. 440, et *Mémoire sur les multiplicités cantoriennes* (*Fund. Math.*, 7, 1926, p. 30-137, et 8, 1927, p. 225-359). Nous suivons la définition donnée dans le Mémoire (*loc. cit.*, p. 124). Le lecteur de la présente Note est supposé familiarisé avec les notions fondamentales de la théorie de dimension qu'on trouvera dans les travaux cités d'Urysohn de même que dans les travaux de M. Menger (*Monatshefte f. Math. u. Phys.*, 33, 1923, p. 148, et 34, 1924, p. 137). On consultera aussi l'article fondamental de M. Brouwer (*Journal de Crelle*, 142, 1913, p. 92), où la définition de la dimension fut donnée pour la première fois.

(2) On entend sous la fermeture d'un ensemble E l'ensemble de tous les points de E et de tous les points d'accumulation de E.

Nous supposons d'ailleurs que tous nos ensembles sont situés dans l'espace ordinaire à n dimensions ou bien dans l'espace de M. Hilbert à une infinité de dimensions.

(3) C'est une multiplicité cantorienne maximale si toute multiplicité cantorienne agrégée à F coïncide avec C si elle contient C.

avoir, deux à deux, que des ensembles de dimension $n-2$ au plus, de points communs.

La démonstration du théorème fondamental repose sur la notion très importante des nombres $d_k(F)$ due à Urysohn [1]; $d_k(F)$ est par définition la borne inférieure de tous les nombres $\varepsilon > 0$ tels qu'il existe un *système* $\Pi^k_\varepsilon(F)$, c'est-à-dire un système de sous-ensembles fermés

$$F_1, \quad F_2, \quad \ldots, \quad F_s$$

recouvrant F et jouissant des deux propriétés suivantes : 1° le diamètre de chacun de ces ensembles est inférieur à ε; 2° il n'existe aucun point appartenant à plus de k parmi les ensembles F_i. Si $\dim F = n$, on a $d_{n+1}(F) = 0$.

La signification géométrique des nombres $d_k(F)$ est établie par M. Alexandroff; il a notamment démontré [2] qu'il existe, pour tout $\varepsilon > d_k(F)$ une déformation continue de l'espace entier transformant F en un polyèdre à k dimensions, et cela de façon qu'aucun point de l'espace ne soit déplacé de plus de ε de sa position initiale.

Cela posé, on démontre d'abord le

Théorème I. — *Soient* A *et* B *deux ensembles fermés et compacts dont la partie commune* $A.B = \Phi$ *est de dimension* $\leq n-2$; *le nombre* $d_n(A+B)$ *est alors égal au plus grand des deux nombres* $d_n(A)$ *et* $d_n(B)$.

Démonstration du théorème I. — *Lemme.* — Soient B un ensemble fermé et compact et $P_{n-2}, P_{n-3}, \ldots, P_0, P_{-1}$ une suite finie décroissante des sous-ensembles fermés de B tel que $\dim P_r \leq r$ ($n-2 \geq r \geq -1$ un ensemble de dimension -1 étant par définition vide). Soit $\varepsilon > d_n(B)$. Il existe alors un $\Pi^n_\varepsilon(B)$ tel qu'un point de P_{r-2} appartient à $r-1$ au plus parmi les ensembles constituant $\Pi^n_\varepsilon(F)$.

Ce lemme étant supposé démontré, supposons, par impossible, qu'il existe un nombre $\delta < d_n(A+B)$ qui soit supérieur à chacun des nombres $d_n(A)$ et $d_n(B)$. Il existe alors un $\Pi^n_\delta(A) = \{A_1, A_2, \ldots, A_p\}$; désignons par M_t l'ensemble de tous les points de A appartenant à t parmi les ensembles A_i. En généralisant un résultat de M. Menger [3], on démontre qu'on peut s'arranger de façon qu'on ait $\dim M_t\Phi \leq n-t-1$. En posant $P_r = M_{n-r-1}.\Phi$, $(n-2 \geq r \geq -1)$, on se trouve dans les conditions du lemme; il existe donc un $\Pi^n_\delta(B) = \{B_1, B_2, \ldots, B_q\}$ tel que $N_r.P_{r-2} = 0$ ($r = 1, 2, \ldots, n$), N_r étant l'ensemble de tous les points appartenant à r parmi les ensembles B_i. Il en résulte que les ensembles $A_1, A_2, \ldots, A_p, B_1, B_2, \ldots, B_q$ forment un $\Pi^n_\delta(A+B)$, ce qui est impossible, δ étant $< d_n(A+B)$.

---

(1) *Fund. Math.*, **8**, 1927, p. 352.

(2) *Comptes rendus*, **183**, 1926, p. 641.

(3) *Jahresbericht d. Deutsch. Math. Ver.*, **36**, 1927, p. 10.

Or, si l'on a une suite décroissante d'ensembles fermés et compacts :

$$F_1, \quad F_2, \quad \ldots \quad F_m \ldots,$$

ayant tous le même $d_n(F_i) = d$, la partie commune F_0 aux ensembles $F_i (i = 1, 2, \ldots, m, \ldots)$ a encore un $d_n(F_0) = d$ (1). En appliquant simultanément cette remarque et le théorème I, on obtient immédiatement le

Théorème II. — *Tout ensemble fermé et compact de dimension n contient une multiplicité cantorienne de la même dimension (possédant d'ailleurs le même nombre d_n d'Urysohn).*

Soit maintenant C_0 une multiplicité cantorienne quelconque contenue dans F et ayant la même dimension n que ce dernier ensemble; soit de plus S l'ensemble-somme de toutes les multiplicités cantoriennes de dimension n ayant avec C_0 un ensemble de dimension $\geqq n - 1$ de points communs; on voit aisément que $C = S + S'$ est une multiplicité cantorienne maximale. Le reste de la démonstration du théorème fondamental ne présente aucune difficulté (2).

PHYSIQUE MATHÉMATIQUE. — *Sur les méthodes des différences finies pour la résolution approchée des problèmes fondamentaux de la Physique mathématique.* Note de MM. **N. Bogoliouboff** et **N. Kryloff**, présentée par M. Hadamard.

1. La méthode dont il s'agit a été l'objet de notre Note (3) où nous avons justifié le principe de Rayleigh par l'appréciation de l'erreur commise à la $n^{ième}$ approximation. Or, il est de toute nécessité d'avoir l'estimation la *moins majorée possible*. Nous avons obtenu, pour le cas simple,

$$(1) \qquad \frac{d^2 y}{dx^2} + \lambda A(x) y = f(x), \qquad y(0) = y(1) = 0, \qquad A(x) \gtrless 0,$$

(1) La démonstration de cette proposition se trouve en principe chez Urysohn, (*Fund. Math.*, 8, 1927, p. 352-355).

(2) Après avoir terminé ce travail (dont le développement complet, contenant d'ailleurs d'autres résultats sur le même sujet, paraîtra dans un autre Recueil), j'apprends que M. Menger vient de publier une Note dans les *Proceedings* de l'Académie Royale d'Amsterdam (30, septembre 1927, p. 705), où il déduit le théorème II (de la présente Note) du théorème I; quant à ce dernier, M. Menger signale qu'il est démontré dans un Mémoire de M. Hurewicz non publié encore.

(3) *Comptes rendus*, 183, 1926, p. 476.

les évaluations suivantes (s'étendant aux systèmes plus généraux) :

(2) $$\left|\frac{\lambda_k^{(n)}-\lambda_k}{\lambda_k}\right| < \frac{\pi^2}{12}\,\frac{\max|A(x)|}{\min|A(x)|}\left(\frac{k}{n}\right)^2,$$

où λ_k, $\lambda_k^{(n)}$ sont respectivement la $k^{\text{ième}}$ valeur singulière relative à (1) et sa valeur approchée en $n^{\text{ième}}$ approximation,

(3) $$\sum_{i=1}^{n} A_i|\varphi_k^{(n)}(x_i)-\varphi_k(x_i)|^2\Delta < \frac{L\lambda_k^2 T_n^{(\lambda_k)}}{12n^2(1-\varepsilon_n)};$$

(4) $$|\varphi_k^{(n)}(x_i)-\varphi_k(x_i)| < \frac{\lambda_k^2 T_n^{(\lambda_k)}\sqrt{L}}{12n^2(1-\varepsilon_n)}\sqrt{L\lambda_k+1},$$

où φ_k et $\varphi_k^{(n)}(x)$ sont la $k^{\text{ième}}$ fonction singulière et sa valeur approchée,

$$L=\frac{1}{|\lambda_{k\pm1}^{(n)}-\lambda_k^{(n)}|},\qquad |\varepsilon_n| < \left|\frac{\lambda_k-\lambda_k^{(n)}}{\lambda_{k\pm1}^{(n)}-\lambda_k^{(n)}}\right|;$$

(5) $$\left\{\begin{array}{l} T_n^{(\lambda_k)}=\left[\max|A|+\dfrac{2}{\sqrt{\lambda_k}}\max\left|\dfrac{A'}{A}\right|+\dfrac{1}{\lambda_k}\max\left|\dfrac{A''}{A}\right|\right]\sqrt{\dfrac{\max|A(x)|}{\min|A(x)|}},\\[2ex] P_1=\dfrac{\max|A'(x)|}{\min\sqrt{|A(x)|}},\qquad P_2=\dfrac{\max|f''(x)-\lambda A(x)f(x)|}{\min|A(x)|};\end{array}\right.$$

(6) $$|y(x_i)-y_n(x_i)| \leqq \sqrt{\sum_{i=0}^{k-1}\left[\frac{\Delta[y_i-y_i^{(n)}]}{\Delta x}\right]^2\Delta}$$
$$< \left\{\frac{T_n^{(\lambda)}\lambda^2}{12n^2}\,\frac{1}{|\lambda_{k_1}-\lambda|}+\frac{\lambda P_1}{6n^2\sqrt{|\lambda_{k_1}-\lambda_k|}}+\frac{P_2}{12n^2\sqrt{\int_0^1\frac{f^2}{A}dx}}\right\}$$
$$\times\frac{\sqrt{\int_0^1\frac{f^2}{A}dx}\,\sqrt{\lambda_{k_1}^{(n)}}}{|\lambda_{k_1}^{(n)}-\lambda|},$$

où $T_n^{(\lambda)}$ obtenu de (5), en y mettant λ au lieu de λ_k; λ_{k_1} et $\lambda_{k_1}^{(n)}$ sont respectivement les valeurs λ_i et $\lambda_i^{(n)}$ les plus proches de λ [1].

Toutes les formules (2), (3), (4), (6) ont été obtenues en négligeant, dans leurs seconds membres, les termes d'ordre n^{-4}; mais il faut regarder de près si les termes correctifs sont réellement petits pour les petites valeurs de n.

2. Pour améliorer l'approximation (l'ordre de n^{-2} trouvé dans les

---

(1) $y(x)$ et $y_n(x)$ sont l'intégrale du système (1) et sa $n^{\text{ième}}$ valeur approchée.

formules précédentes ne peut pas être élevé par la méthode usuelle des différences finies), on peut introduire une méthode nouvelle à notre connaissance qu'on pourrait nommer la *méthode des différences supérieures*.

L'idée de cette méthode est basée sur la remarque que, dans l'équation usuelle aux différences finies correspondant à (1), le terme $\Delta^2 y_i / \Delta x^2$ n'est que le premier terme de l'expression $\frac{d^2 y}{dx^2}$ au moyen des différences. On proposera par exemple pour l'intégration approchée du système homogène correspondant à (1) le système suivant :

$$(7)\quad \left\{\begin{array}{l} \dfrac{\Delta^2 y_0}{\Delta x^2} - \dfrac{\Delta^2}{14}\dfrac{\Delta^3 y_0}{\Delta x^3} + \lambda_i^{(n)} A_i y_i = 0, \\ \dfrac{\Delta^2 y_1}{\Delta x^2} + \dfrac{\Delta}{23}\dfrac{\Delta^3 y_1}{\Delta x^3} - \dfrac{2}{23}\Delta^2 \dfrac{\Delta^4 y_0}{\Delta x^4} + \lambda_i'' A_2 y_2 = 0; \\ \dfrac{\Delta^2 y_{i-1}}{\Delta x^2} - \dfrac{\Delta^2}{12}\dfrac{\Delta^4 y_{i-2}}{\Delta x^4} + \lambda_i^{(n)} A_i y_i = 0 \qquad (\text{pour } n - 3 \geqq i \geqq 3); \\ \dfrac{\Delta^2 y_{n-3}}{\Delta x^2} + \dfrac{\Delta}{23}\dfrac{\Delta^2 y_{n-4}}{\Delta x^3} - \dfrac{2}{23}\Delta^2 \dfrac{\Delta^4 y_{n-4}}{\Delta x^4} + \lambda_i^{(n)} A_{n-2} y_{n-2} = 0; \\ \dfrac{\Delta^2 y_{n-2}}{\Delta x^2} - \dfrac{\Delta}{14}\dfrac{\Delta^3 y_{n-3}}{\Delta x^3} + \lambda^{(n)} A_{n-1} y_{n-1} = 0; \\ y_0 = y_n = 0. \end{array}\right.$$

Les calculs donnent la première valeur singulière λ_1 l'évaluation

$$(8)\quad \left\{\begin{array}{l} |\lambda_1 - \lambda_1^{(n)}| < \dfrac{\Delta^4}{1 - |\varepsilon_n| \Delta^4}\left\{ |\gamma_n| + \dfrac{|\delta_n|}{144} + \dfrac{k^2\pi^2 |\varepsilon_n|}{\min |A(x)|}\right\}, \\ |\delta_n| < 3|\varphi_1'''|^2 + 2|\varphi_1'' \varphi_1^{(\text{IV})}| + \dfrac{\Delta^2}{12}|\varphi_1^{(\text{IV})}|^2; \qquad \varepsilon_n < \dfrac{19}{720}\left|\dfrac{d^4 A \varphi_1^2}{dx^4}\right|, \\ |\gamma_n| < \dfrac{1}{192}\left[\dfrac{1}{3}\varphi_1'''^2 + \dfrac{1}{10}|(\varphi_1')^{2(\text{IV})}| + \dfrac{1}{5}|\varphi_1' \varphi_1''|\right] + \dfrac{\Delta^2}{2304}|\varphi_1''' \varphi_1^{(\text{V})}| + \dfrac{\Delta^4}{(1920)^2}|\varphi_1^{(\text{V})}|; \end{array}\right.$$

pour la première fonction singulière et ses dérivées, on a facilement les limitations

$$|\varphi_1| \leqq \sqrt{\frac{2}{\min|A|}\left(1 + \frac{1}{2}\,\frac{\max|A'|}{\min|A|}\right)}, \qquad |\varphi_1'| \leqq \sqrt{\lambda_1\left(2 + \frac{\max|A'|}{\min|A|}\right)}.$$

Cette méthode est jusqu'à un certain point analogue à celle de Störmer-Adams (pour l'intégration approchée des équations différentielles avec les conditions initiales de Cauchy) en ce sens qu'on a recours aussi aux différences d'ordre supérieur, par exemple l'équation troisième de (7) n'est autre que celle de Störmer-Adams à une quantité d'ordre n^{-4} près.

3. Prenons, à titre d'exemple, le cas $A(x) = \text{const.} = 1$. Les erreurs calculées par nos formules (3) et (4) sont suffisamment bonnes et l'on a par exemple pour $n = 2$, $k = 1$ à peu près 0,3 pour 100. Il n'en est pas de même pour le calcul de λ_k; or, cela tient à la nature même de la méthode usuelle des différences, car l'erreur réelle en ce cas atteint 20 pour 100; mais la différence entre l'erreur réelle et l'erreur calculée par (2) ne dépasse pas 1 pour 100. La méthode nouvelle (§ 2) pour le calcul de λ au moyen de (8) donne (dans le cas $n = 5$) une erreur égale à 2,3 pour 100, tandis que la valeur réelle en ce cas obtenue par la méthode usuelle atteint 3 pour 100. Encore les majorations (8) peuvent-elles être abaissées.

RADIOACTIVITÉ. — *Spectrographie des rayons γ par diffraction cristalline.* Note de M. **Frilley**, présentée par M. Maurice de Broglie.

J'ai récemment décrit les principaux éléments et les dispositifs de réglage d'un spectrographe à cristal tournant utilisé pour l'étude photographique des rayons γ des dérivés du Ra (¹).

Les valeurs des angles de réflexion se déduisent de la distance de l'axe de rotation du cristal à la plaque, et de la position des raies sur celles-ci. La première mesure est obtenue avec une précision plus que suffisante au moyen des verniers des chariots. L'angle de réflexion est égal au rapport de la distance de la raie à l'axe du faisceau direct, à la distance cristal-plaque. L'origine des distances sur la plaque est l'axe de la tache centrale, si le réglage de la position du cristal est bon. On le vérifie et on le corrige s'il y a lieu, en mesurant les angles avec des dispersions très différentes. L'erreur sur l'angle dépend donc seulement de l'erreur sur le pointage de la raie. Pour les raies fortes ou moyennes, le pointage est facile à $0^{mm},1$ près et l'erreur absolue est moindre que 1 UX. L'erreur peut atteindre 2 à 3 pour 100 vers les hautes fréquences pour les raies faibles qui peuvent être difficiles à pointer à cause de l'irrégularité de l'impression photographique et des grains du cliché.

Voici les longueurs d'ondes en unités X ($1\,\text{UX} = 10^{-11}$ cm) et les énergies du quantum correspondant en kilovolts pour les raies mesurées.

(¹) *Comptes rendus*, **186**, 1928, p. 137.

N°.	λ en UX.	V en kv.	Intensité.	Origine.		
1....	20,0	617	moyenne		noyau RaC	
2....	35,0	353	»		» RaB	
3....	42,0	294	»		» »	
4....	51,5	240	»		» »	
5....	65,2	189	faible		» »	
6....	119	104	très faible		» »	
7....	135	91,4	faible	triplet nucléaire RaB		
8....	140	88,4	forte			
9....	144	85,8	»			
10....	155	79,8	moyenne		$K\alpha_1$ — 84	triplet de fluorescence
11....	161	76,7	très forte	$K\alpha_1$ — 83,	$K\alpha_2$ — 84	
12....	166	74,4	forte		$K\alpha_2$ — 83	
13....	190	65,0	très faible		noyau RaB	
14....	210	58,8	»		» »	
15....	232	53,3	moyenne		» »	
16....	265	46,6	très faible		» RaD?	
17....	71,0	174	faible	probablement second ordre		
18....	85,0	145	»			
19....	105	118	»			
20....	131	94,3	»			
21....	284	43,5	»			

D'après les indications des spectres corpusculaires, les raies nucléaires appartiendraient au RaB, sauf la première qui est émise par RaC et la raie n° 16 qui peut provenir du RaD [1]. Les raies K de l'élément 83 (RaC) résultent de la désintégration du RaB, celles de l'élément 84 (RaC′), de la désintégration du RaC.

Les cinq premières raies et la raie n° 15 ont été déjà indiquées par les spectres corpusculaires [2]. Le rayonnement γ, qui pour une longueur d'onde de 20 UX possède encore les propriétés électromagnétiques classiques, obéit donc à la loi photo-électrique d'Einstein jusqu'à plus de 600 kilovolts, l'écart observé étant inférieur à l'erreur possible des mesures.

Dans la région des deux triplets, Rutherford et Andrade avaient trouvé une raie large unique (supposée formée des raies K de RaB et RaC) dont la longueur d'onde moyenne était à peu près celle que j'ai obtenue pour la raie de plus basse fréquence de ce groupe. L'analyse par les spectres corpusculaires de cette région riche en raies est restée incertaine. Ellis et

(1) Mlle L. Meitner, *Zeits. f. Phys.*, 11, 1922, p. 35.
(2) Ellis et Skinner, *Proc. Roy. Soc.*, 105 A, 1924, p. 165 et 185.

Skinner n'ont pas indiqué les fortes raies γ n°s 7, 8 et 9. En dehors de cette région, la diffraction cristalline donne des résultats conformes à ceux de la spectrographie corpusculaire, de même que pour les radioéléments étudiés par J. Thibaud.

Le triplet de fluorescence (particulièrement la raie $K\alpha_1$-83) est très intense, le triplet nucléaire un peu moins (la raie n° 7 est faible). Ces deux groupes apparaissent avec des sources faibles et des poses courtes (100 millicuries pour une rotation de 2° en 24 à 48 heures). Pour voir apparaître nettement les autres raies, il faut employer 200 à 300 millicuries avec une vitesse d'environ 30′ par 24 heures. J'ai utilisé jusqu'à 700 millicuries avec des vitesses angulaires plus grandes.

L'intensité des raies $K\alpha_1$ et $K\alpha_2$ de Ra B semble anormale, les raies K étant à peine visibles dans les spectres des autres radioéléments. L'excitation de celles du Ra B doit être due en grande partie aux rayons γ voisins très intenses (n°s 8 et 9) qui ne peuvent ioniser le niveau K-83 (90 kilovolts), mais exciteraient les raies K par résonance. Ces raies γ subissant cette absorption particulière ioniseraient peu le niveau L, ce qui rend compte de l'absence d'électrons L leur correspondant dans les spectres corpusculaires.

Cependant Ellis et Skinner ont trouvé dans le spectre excité dans le Pb, entre 80 et 90 kilovolts, une bande faible dont ils n'ont pas donné l'origine et qui correspond bien aux rayons γ n°s 7, 8 et 9. Elle n'apparaît pas dans le spectre primaire, ce qui est en faveur de l'hypothèse d'une absorption particulière de ces rayons γ dans les atomes qui les émettent.

La raie de plus haute énergie observée jusqu'ici par diffraction cristalline dans le spectre de la famille du Ra était celle de 170 kilovolts signalée par Rutherford et Andrade et qui est le deuxième ordre de la raie n° 2 indiquée ici. Dans le spectre du mésothorium, J. Thibaud avait obtenu une raie de 236 kilovolts. La limite supérieure atteinte dans le présent travail est 617 kilovolts.

OPTIQUE. — *Mesure des durées de fluorescence des sels d'uranyle solides et de leurs solutions.* Note [1] de MM. **Francis Perrin** et **R. Delorme**, présentée par M. Jean Perrin.

I. L'un de nous [2] a montré que les sels d'uranyle en solution liquide peuvent avoir des durées d'émission lumineuse du même ordre de grandeur que celles des sels cristallisés; que par exemple la luminescence d'une solution de sulfate d'uranyle dans l'acide sulfurique pur (viscosité 0,2) est facilement visible au phosphoroscope de Becquerel [3].

Contrairement à ce qu'ont prétendu P. Pringsheim et E. Gaviola [4], il s'agit bien là de la luminescence principale de ces solutions, et non d'une faible phosphorescence suivant une fluorescence presque instantanée.

Si la fluorescence très brève mesurée par ces auteurs (vie moyenne $1,9.10^{-9}$ sec) existe réellement, c'est elle qui est peu importante.

La luminescence des sels d'uranyle a d'ailleurs tous les caractères d'une *fluorescence* simple de grande durée : Les molécules excitées correspondantes peuvent spontanément revenir à l'état normal avec émission de lumière, elles ne sont pas dans un état *métastable* nécessitant pour se transformer une cause extérieure (chocs, etc.).

II. Pour mesurer les durées d'émission des sels d'uranyle nous avons établi un *phosphoromètre*, constitué par un phosphoroscope à disques du type de H. Becquerel, complété par un dispositif photométrique précis (voir la figure).

Les disques du phosphoroscope portent chacun 16 entailles de 4°,5. Ils sont enfermés dans des carters percés de fenêtres de même ouverture, limitées radialement par des arcs de cercle. La vitesse de rotation des disques, entraînés par une turbine à air comprimé, est mesurée par un enregistrement électrique; elle peut atteindre 200 tours par seconde.

Un produit étant placé dans le phosphoroscope, on donne au secteur variable R une série d'ouvertures connues, en déterminant chaque fois

---

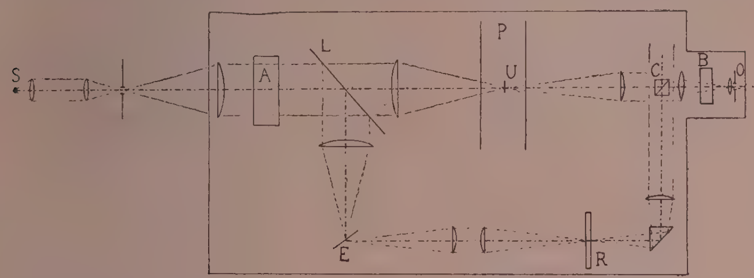
(1) Séance du 6 février 1928.

(2) Francis Perrin, *Comptes rendus*, 182, 1926, p. 929.

(3) Par suite d'une confusion numérique, la vie moyenne du nitrate cristallisé avait été prise 2,3 fois plus grande qu'il ne résultait des mesures de H. Becquerel, d'où la différence entre la valeur donnée alors et les valeurs exactes données plus loin.

(4) *Zeit. f. Physik.*, 43, 1927, p. 384.

pour quelle vitesse de rotation les plages du cube de Lummer ont le même éclat. On obtient ainsi la variation de l'intensité relative I de la lumière



S, arc électrique; O, oculaire; L, glace sans tain; E, étalon; R, roue à secteur d'ouverture variable; P, phosphoroscope; U, substance étudiée; C, cube de Lummer; A, écran au $CuCl^2$ ammoniacal; B, écran complémentaire au chromate de K.

qui émerge du phosphoroscope en fonction de la durée T d'un tour complet du système de disques.

III. Pour une fluorescence simple, la luminescence, après un éclairement instantané, doit décroître exponentiellement :

$$i = i_0 e^{-\frac{t}{\tau}} \qquad (\tau \text{ est la vie moyenne}).$$

En admettant cette loi on calcule que l'intensité observée I dans le phosphoroscope décrit ici doit varier en fonction de T suivant la formule

$$I = I_m \left(5\,\frac{16\tau}{T}\right)^3 e^{-\frac{1}{10}\frac{T}{16\tau}}\, 5\, \frac{\left(1 - e^{-\frac{1}{5}\frac{T}{16\tau}}\right)^4}{1 - e^{-\frac{T}{16\tau}}},$$

d'après laquelle on construit la courbe donnant $\log \frac{I}{I_m}$ en fonction de $\log \frac{T}{16\tau}$. La courbe expérimentale donnant $\log I$ en fonction de $\log \frac{T}{16}$ doit se superposer à cette courbe théorique par une translation dont la composante suivant l'axe des abscisses donne $\log \tau$. En fait la superposition est bonne, ce qui vérifie *a posteriori* la loi de décroissance exponentielle admise, en même temps qu'on obtient la vie moyenne τ.

IV. Voici les premiers résultats obtenus par cette méthode :

Solides.	$\tau . 10^4$ (en sec.).
Sulfate d'uranyle cristallisé	2,5
Nitrate d'uranyle cristallisé	6,1
Verres d'urane (deux provenances)	3,2 et 2,9

Solutions de sulfate d'uranyle anhydre dans l'acide sulfurique pur à 17° C. :

Concentrations (gr/cm³).	τ.10⁴ (en sec.).	
$7,2.10^{-3}$	1,4	(2,0 à 1° et 1,25 à 28°)
$7,2.10^{-2}$	1,0	
$7,2.10^{-1}$	0,9	

La vie moyenne décroît, ainsi que le pouvoir fluorescent, quand la concentration croît, quand la température s'élève, ou quand on ajoute de l'eau (1) ($\tau.10^4 = 0,55$ pour une solution contenant 30 pour 100 d'eau).

RELATIVITÉ. — *La non-existence du vent d'éther*. Note (2) de MM. **A. Piccard** et **E. Stahel**, transmise par M. Pierre Weiss.

La Note de M. Brylinski (3) nous oblige à fixer quelques détails relatifs à nos mesures (4) pour éviter toute fausse interprétation.

1. Nous avons choisi pour faire nos mesures l'heure locale solaire de 6^h, parce que c'est l'heure à laquelle M. Miller place le maximum de son effet. Il est vrai que les points observés par M. Miller en septembre 1925 s'écartent parfois très fortement de sa courbe moyenne et qu'en particulier les points observés vers 6^h sont relativement bas (5). M. Miller n'ajoute pas d'importance à cet écart purement fortuit; en effet il place dans la figure 4, page 440, qui représente la courbe moyenne, le maximum de 10 km/sec précisément à 6^h du matin, donc exactement à l'heure que nous avons choisie pour nos mesures.

2. Mais même si l'on admettait avec M. Brylinski un minimum secondaire à 6^h du matin, la vitesse du vent d'éther à ce moment (7,5 km/sec) serait largement plus grande que celle que décèlerait la précision de nos

---

(1) S. J. Wawilow et W. L. Lewschin (*Naturwissenschaften*, **41**, 11 novembre 1927, p. 467) ont récemment mesuré les durées d'émission du sulfate d'uranyle cristallisé et dissous, au moyen de leur phosphoromètre à miroir tournant. Ils ont confirmé la décroissance exponentielle de la fluorescence de longue durée et l'absence de fluorescence instantanée, et obtenu pour les vies moyennes des valeurs avec lesquelles les nôtres sont en bon accord.

(2) Séance du 6 février 1928.

(3) *Comptes rendus*, **185**, 1927, p. 1458.

(4) *Comptes rendus*, **185**, 1927, p. 1198.

(5) *Science*, **63**, 1926, p. 439, fig. 2

mesures. Le déplacement des franges produit par ce vent d'éther devrait être 20 fois plus grand que ce que nous avons observé.

3. Nous tenons à faire remarquer que la détermination des azimuts de chacune de nos douze séries est parfaitement sûre et que rien ne permet de supposer un décalage des azimuts comme le fait M. Brylinski.

CHIMIE PHYSIQUE. — *Propriétés électriques des ferro-nickels additionnés de chrome.* Note de M. **P. Chevenard**, présentée par M. H. Le Chatelier.

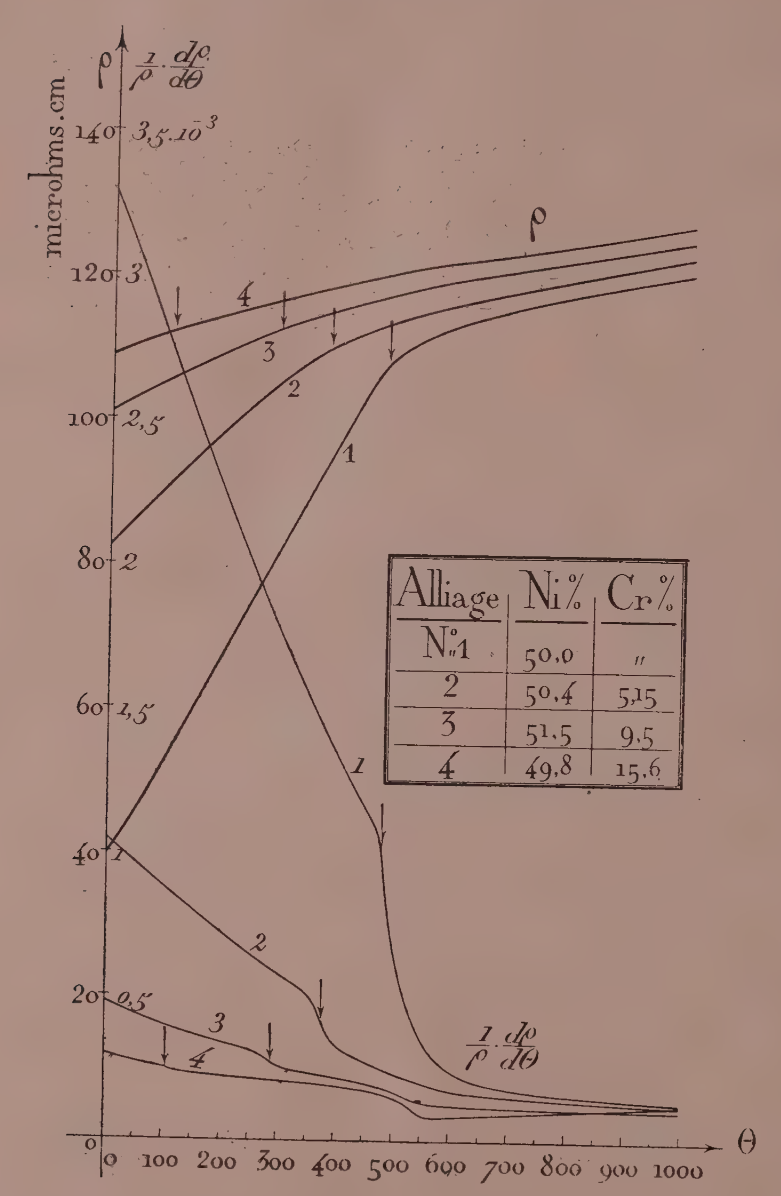
La présente Note a pour but de résumer les conclusions des recherches sur la résistivité et le pouvoir thermo-électrique des ferro-nickels chromés.

1° La transformation allotropique des alliages fer-nickel riches en fer s'accompagne, au chauffage, d'une augmentation de la résistivité; au refroidissement, on note le changement inverse. L'amplitude de cette variation, faible dans le fer très pur, augmente d'abord avec la teneur en nickel jusqu'à 30 pour 100 Ni; elle décroît ensuite et s'annule quand le titre atteint celui du composé Fe^2Ni; (34,45 pour 100 Ni), limite des alliages susceptibles de subir la transformation allotropique.

A mesure qu'on incorpore du chrome, les températures de transformations allotropiques s'abaissent et l'hystérésis thermique augmente. En même temps, l'amplitude du changement de résistivité diminue puis change de signe : ainsi la transformation $\alpha \rightarrow \gamma$ des alliages, pauvres en nickel et assez riches en chrome, est marquée par une chute de la résistivité.

2° La transformation magnétique réversible des alliages fer-nickel austénitiques se manifeste, sur le diagramme « résistivité-température », par une incurvation vers le bas, le point de plus forte courbure étant sur l'ordonnée du point de Curie. L'intensité de cette anomalie, qu'on peut caractériser par la diminution du coefficient $\frac{1}{\rho}\frac{d\rho}{d\theta}$ corrélative de la chute thermique de l'aimantation, décroît régulièrement en même temps que la proportion de nickel.

Une addition de chrome a pour double effet d'abaisser la température de transformation magnétique et d'atténuer l'anomalie correspondante de la résistivité. Comme on le voit, en effet, sur la figure ci-après, le coude de la courbe ρ au voisinage du point de Curie s'arrondit et la chute de la courbe $\frac{1}{\rho}\frac{d\rho}{d\theta}$ se réduit à mesure que la teneur en chrome augmente. Une



Alliage	Ni %	Cr %
N° 1	50,0	"
2	50,4	5,15
3	51,5	9,5
4	49,8	15,6

Variation thermique de la résistivité ρ et du coefficient vrai $\frac{1}{\rho}\cdot\frac{d\rho}{d\theta}$ d'un ferronickel et de trois ferronickels chromés. Les flèches repèrent les températures des points de Curie.

proportion de 15 pour 100 suffit à rendre l'anomalie presque insensible : cette action diluante intense a déjà été notée dans l'étude des autres propriétés physiques des ferro-nickels chromés.

L'action banale du chrome, c'est-à-dire le relèvement des courbes ρ dans le domaine de l'état paramagnétique est important pour les alliages riches en nickel, mais faible pour les alliages riches en fer. Le gain de résistivité et la diminution du coefficient de température, constatés pour tous les alliages au-dessous du point de Curie, sont donc surtout des modifications d'ordre physico-chimique.

3° A l'état paramagnétique, les ferro-nickels chromés présentent entre 500° et 550° une seconde transformation imparfaitement réversible, qui se traduit par une diminution du coefficient de thermo-résistivité vrai. La température moyenne de cette anomalie est sensiblement indépendante de la composition; l'amplitude croît en même temps que la teneur en chrome et diminue quand l'alliage s'enrichit en fer. J'ai déjà étudié quantitativement ce phénomène par la méthode dilatométrique dans les alliages nickel-chrome et dans les ferro-nickels chromés [1]. La méthode de la résistance électrique, encore plus sensible, a fourni les mêmes conclusions quant à l'influence de la composition.

4° Les courbes qui représentent le pouvoir thermo-électrique des ferro-nickels réversibles en fonction de la température sont tout à fait analogues.

CHIMIE PHYSIQUE. — *Contribution à l'étude des boues activées.* Note [2] de M. **Lucien Cavel**, présentée par M. Calmette.

On sait que, dans l'épuration des eaux d'égout par les boues activées, les matières colloïdales sont adsorbées par la boue.

Je me suis demandé quels étaient les changements subis par la matière organique ainsi accumulée sur la boue. J'ai fixé, pour cela, mon attention sur les variations de ses principaux éléments, le carbone et l'azote organiques, qui sont les plus intéressants à considérer.

---

(1) P. Chevenard, *Anomalie dilatométrique des alliages nickel-chrome paramagnétiques; alliages pour pyromètres à dilatation* (*Comptes rendus*, **182**, 1926, p. 1281); *Recherches expérimentales sur les alliages de fer, de nickel et de chrome* (*Travaux et Mémoires du Bureau International des Poids et Mesures*, **17**, 1927, p. 95).

(2) Séance du 6 février 1928.

Dans l'exploitation courante du procédé, il est difficile de saisir ces variations à cause du renouvellement incessant de la boue elle-même, dont la composition est constamment modifiée suivant la nature des eaux qu'elle doit épurer, et aussi en raison du temps très court pendant lequel l'observation peut se faire.

J'ai donc entrepris mes expériences en exagérant intentionnellement le temps d'aération d'une même boue. Je me suis servi de ballons disposés en série sur l'aspiration d'une trompe fonctionnant pendant cinq mois consécutifs, jour et nuit, à la température du laboratoire.

Voici, d'après de nombreux essais menés parallèlement, les résultats obtenus, qui expriment des moyennes arithmétiques.

A. — *Carbone organique.*

Poids de carbone organique dans la boue à l'origine avant aération...	1g,319
Poids de carbone organique dans la boue après 5 mois d'aération.....	1g,262
Carbone disparu..	0g,057

B. — *Azote organique.*

Poids d'azote organique dans la boue à l'origine.......................	0g,329
Poids d'azote organique après 5 mois d'aération........................	0g,108
Azote disparu..	0g,221

L'examen de ces chiffres montre que le carbone est peu attaqué : 4,32 pour 100 seulement de la quantité engagée au début des expériences; mais il y a, par contre, une réduction importante de l'azote, représentant 67,17 pour 100 de la quantité engagée à l'origine des essais. Ce chiffre comprend, bien entendu, l'ensemble des différents azotes, nitrique, nitreux, qu'on retrouve dans l'eau dans laquelle flotte la boue, et l'azote libre [1].

D'autre part si, sur une portion desséchée de ces boues, on exprime en bloc la matière organique par la perte au rouge, avant aération puis après aération, on remarque que la différence entre ces deux déterminations donne un chiffre très voisin de 67 pour 100, qui représente l'azote éliminé de la boue, dosé à part. Il semble donc, dans ces conditions, que la réduction de la matière organique de la boue, sous l'influence de l'aération, se rapporte presque exclusivement à l'azote disparu.

Ce point particulier a une certaine importance pratique. En effet, dans

---

[1] CAVEL, *Comptes rendus*, **181**, 1925, p. 1101.

l'application industrielle des boues activées, à la station du Mont Mesly, révèle que la proportion d'azote organique existant dans une boue activée fraîchement préparée est peu élevée (1,75 pour 100, sur sec), et qu'elle s'élève graduellement avec la durée de la mise en œuvre de la boue jusqu'aux environs de 5,15 pour 100 ([1]). A mesure que la proportion tend vers cette limite, on observe un affaiblissement progressif des facultés adsorbantes de la boue. Si l'on persiste malgré cela à utiliser cette boue l'épuration devient nulle et l'on est contraint de la mettre hors de service. Or, la pratique a montré, depuis l'installation du procédé des boues activées à Mesly, que, pour remédier à cette situation, il fallait aérer la boue pendant plusieurs jours, jusqu'à ce que, par décantation, l'eau soit redevenue bien claire et exempte d'ammoniaque. On s'aperçoit alors qu'elle contient une quantité de nitrates supérieure à celle qui correspondrait à l'ammoniaque préexistante au moment de cette manœuvre, et qui ne peut provenir que de l'azote de la boue.

Cette étude démontre ainsi que les boues se désactivent par excès d'azote, puisqu'en abaissant leur teneur en azote, par aération, on leur restitue leurs propriétés adsorbantes. Cette opinion avait déjà été émise par Cambier ([2]). On comprend dès lors la raison pour laquelle certaines eaux très polluées provoquent rapidement la désactivation des boues. Aussi convient-il de se tenir dans des limites permettant d'éviter un accroissement trop rapide de l'azote des boues en réduisant le débit de façon telle que les nitrates apparaissent en quantité suffisante, ou encore en faisant des chasses de boues convenablement mesurées.

Ces faits montrent combien le procédé des boues activées, quoique très intéressant, se prête peu aux variations de composition des eaux à épurer. Dès qu'un régime de marche est adopté, il faut le conserver, car le moindre changement dans la nature des eaux brutes entraîne des perturbations dont se ressent l'effluent. Les boues activées n'ont pas la souplesse des lits bactériens. Pour ces derniers, en effet, une accentuation momentanée de la pollution n'a pas de conséquences fâcheuses au point de suspendre ou d'empêcher l'épuration ([3]). La matière organique en excès (par rapport à

([1]) Chiffre très voisin de celui de Mohlmann, cité par Cambier et Bouyssy, *Annales des Services techniques d'Hygiène de Paris*, **1**, 1921, p. 55.

([2]) *Annales d'Hygiène publique, industrielle et sociale*, **1** (nouvelle série), n° IX, septembre 1926, p. 522 à 526.

([3]) Cavel, *Revue d'Hygiène*, **47**, août 1925, p. 679 et 700.

la puissance d'épuration d'un lit) y est fixée, ou retenue mécaniquement. Elle subit une dégradation progressive qui s'achève bientôt sans qu'il y ait dommage ou gêne pour l'épuration.

CHIMIE ANALYTIQUE. — *Sur le dosage iodométrique de l'acide phosphoreux et sur l'emploi du bicarbonate de sodium en iodométrie.* Note de M. **P. Carré**, présentée par M. G. Urbain.

D'après Rupp (¹), l'acide phosphoreux peut se doser volumétriquement, avec exactitude, au moyen d'une liqueur d'iode, de la façon suivante :

On met en présence la solution aqueuse d'acide phosphoreux avec un excès de bicarbonate de sodium (5 à 15^{mol} de bicarbonate par molécule d'acide phosphoreux), puis on ajoute un excès de solution N/10 d'iode. Après 1 heure et demie environ de contact à la température ordinaire, l'oxydation de l'acide phosphoreux est toujours terminée; on titre l'excès d'iode par l'hyposulfite.

L'application de cette méthode ne nous a donné des résultats sensiblement exacts que dans le cas où l'excès d'iode est relativement faible (moins de 5^{cm^3} d'iode N/10), et la quantité de bicarbonate inférieure à 5^{mol} par molécule d'acide phosphoreux.

Rupp ayant effectué ses dosages de contrôle sur des prises d'essai de 5^{cm^3} d'acide phosphoreux [contenant $0^g,1078$ de $P(OH)^3$] n'avait pas remarqué de différence; dans ces conditions la différence est en effet assez faible en valeur absolue.

Afin d'expliquer les écarts constatés dans le dosage iodométrique de l'acide phosphoreux, nous avons été conduit à examiner de nouveau l'action de l'iode sur le bicarbonate de sodium.

On admet généralement (²) que l'iode ne réagit pas avec production d'iodate sur la solution aqueuse de bicarbonate de soude saturée de gaz carbonique, contrairement à Forster et Gyr (³) qui ont signalé la formation d'iodate par réaction de l'iode sur les solutions de bicarbonate.

Les essais suivants confirment les résultats de Forster et Gyr et montrent que la production d'iodate par l'action de l'iode sur un excès de bicarbo-

---

(¹) *D. Ch. G.*, 35, 1902, p. 3691.

(²) Auger, *Comptes rendus*, 154, 1912, p. 1806.

(³) *Zeit. f. Electr.*, 9, 1903, p. 1.

nate est la cause des écarts observés dans le dosage volumétrique de l'acide phosphoreux.

Si, à 25^{cm^3} d'iode N/10, on ajoute 20^{mol} de bicarbonate de soude (ou de potasse) pour 1 atome d'iode, la décoloration de la liqueur est toujours obtenue avec moins de 25^{cm^3} d'hyposulfite de soude N/10. Pour une même proportion de bicarbonate, relativement à l'iode, la différence varie avec la quantité de gaz carbonique libre contenu dans la solution de bicarbonate; si l'on emploie 84^g d'une solution à 5 pour 100 de CO^3NaH, saturée de gaz carbonique à froid, la décoloration est obtenue avec $23^{cm^3},5$ de solution d'hyposulfite N/10; avec une solution de $4^g,2$ de CO^3NaH dans 300^{cm^3} d'eau de Seltz, la décoloration a lieu avec $24^{cm^3},6$ d'hyposulfite.

La différence, qui est déjà sensible pour 5^{mol} de CO^3NaH par atome d'iode, surtout lorsqu'on ne se trouve pas en présence d'un grand excès de gaz carbonique libre, est d'autant plus prononcée que l'excès de bicarbonate est plus grand. Et si l'on acidule, après décoloration par l'hyposulfite, il n'y a pas mise en liberté d'iode, ce qui pourrait faire croire qu'il ne s'est pas formé d'iodate. Mais si, avant d'ajouter l'hyposulfite, on acidule par l'acide chlorhydrique la liqueur d'iode additionnée de bicarbonate, il faut exactement 25^{cm^3} d'hyposulfite N/10 pour décolorer 25^{cm^3} d'iode N/10.

Pour expliquer ce fait, on est obligé d'admettre que l'iode a réagi sur le bicarbonate avec production d'iodate. Quand on acidule avant d'ajouter l'hyposulfite, cet iodate est réduit par l'iodure en régénérant la totalité de l'iode. Quand on ajoute directement l'hyposulfite, sans aciduler, cet iodate oxyde l'hyposulfite ou le tétrathionate en sulfate; dans ce cas on retrouve en effet du sulfate dans la solution, tandis que dans les mêmes conditions de précipitation par le chlorure de baryum on ne trouve pas de sulfate dans la solution résultant du mélange de volumes égaux d'iode et d'hyposulfite de soude N/10.

Cette interprétation est en accord avec le fait que la dissolution d'iode dans les alcalis oxyde le tétrathionate et l'hyposulfite avec formation de sulfate, et aussi avec le fait que la proportion de l'iodate produit dans la réaction de l'iode sur le bicarbonate est d'autant plus élevée que l'excès de bicarbonate est plus grand.

Ces résultats nous ont conduit à modifier légèrement le mode opératoire de Rupp. Il suffit d'aciduler par l'acide chlorhydrique, avant de doser l'excès d'iode par l'hyposulfite, pour obtenir des résultats exacts. En outre, lors de l'oxydation de l'acide phosphoreux par l'iode, il faut avoir la précaution de maintenir en flacon émeri bien bouché le mélange acide

phosphoreux, iode et bicarbonate; en vase ouvert, le gaz carbonique libre qui s'échappe peu à peu de la solution entraîne des quantités notables d'iode.

Les mêmes précautions doivent être recommandées dans tous les dosages où l'on doit laisser en contact un excès d'iode avec le bicarbonate, par exemple dans le dosage iodométrique de l'antimoine selon Rohmer (1).

De plus, dans tous les dosages iodométriques comportant l'emploi du bicarbonate, il est bon d'introduire le minimum nécessaire de bicarbonate, et de prendre une solution de bicarbonate saturée de gaz carbonique, sans oublier que le gaz carbonique en se dégageant peut entraîner de l'iode.

Le dosage iodométrique de l'acide phosphoreux est applicable au dosage de l'acide phosphoreux non éthérifié dans les mélanges d'acide libre $P(OH)^3$ et de monoéther phosphoreux $P(OH)^2(OR)$. Les éthers phosphoreux $P(OH)^2(OR)$ ne sont pas oxydés par l'iode en présence de bicarbonate, dans les conditions du dosage. Contrairement aux indications de Nylen (2), le dosage iodométrique et le dosage alcalimétrique des mélanges d'acide et de monoéther phosphoreux (3) donnent les mêmes résultats, lorsqu'on a soin de se mettre à l'abri des causes d'erreur du dosage iodométrique de l'acide phosphoreux.

CHIMIE INDUSTRIELLE. — *Un procédé de fabrication de la baryte hydratée, au départ du carbonate.* Note (4) de M. **Paul Baud**, présentée par M. Camille Matignon.

Lorsqu'on maintient, pendant une heure et demie, un mélange de carbonate CO^3Ba (100 parties) et de fer chromé (20 à 25 parties) à la température de 1280-1300°, on obtient une masse, verdâtre et poreuse, se délitant au seul contact de l'eau, en libérant une quantité importante de baryte (5). On peut admettre, avec M. Paul Kestner, la formation, vers 950°, du chromate CrO^4Ba et sa décomposition totale à 1300°, comme l'a récemment indiqué M. Bogitch (6).

---

(1) *D. ch. G.*, 34, 1901, p. 1565.

(2) *D. ch. G.*, 57, 1924, p. 1026.

(3) P. Carré, *Comptes rendus*, **133**, 1901, p. 882.

(4) Séance du 6 février 1928.

(5) Paul Kestner, *Bulletin de la Société industrielle du Nord*, **29**, 1892, p. 31.

(6) M. Bogitch, *Comptes rendus*, **178**, 1924, p. 2254.

Le résidu que fournit l'épuisement par l'eau chaude comprenant seulement les éléments essentiels de la chromite, sous la forme Cr^2O^3, Fe^2O^3, nous avons été amené à voir comment se comporterait, à l'égard du carbonate CO^3Ba, chacun de ces oxydes dont le mélange, à parties égales, nous a fourni, dans une première série d'expériences, des produits riches à 57-59 pour 100 BaO (soit sensiblement 114-118 pour 100 BaO, $9H^2O$) sans qu'il fût besoin de chauffer la poudre initiale (CO^3Ba, 100 parties; oxydes, 20 parties) au-dessus de 1160°.

Nous indiquons aujourd'hui les résultats donnés par l'oxyde ferrique, parce qu'ils ont déjà permis la mise au point semi-industrielle d'une méthode de fabrication de l'hydrate BaO, $9H^2O$.

En opérant au four à tube et en maintenant à 1150-1180°, durant 1 heure et demie, un mélange intime de carbonate CO^3Ba (100 parties) et d'oxyde Fe^2O^3 (12 à 15 parties), nous avons régulièrement obtenu un produit noir, riche à 56-58 pour 100 d'oxyde BaO, et s'éteignant au contact de l'eau, à la façon de la chaux vive, en libérant une forte quantité de chaleur.

Nous avons repris nos expériences d'abord en additionnant l'oxyde soit de carbonate CO^3Ca, pour rendre la masse plus poreuse par un premier dégagement de gaz CO^2, soit de magnésie légère, soit enfin de chromite (Cr^2O^3 49,7 pour 100), puis en faisant varier la durée de chauffe ou la température.

Les nouveaux résultats ont indiqué des titres en oxyde du même ordre de grandeur.

	Composition du mélange.	Durée de chauffe.	Température maximum.	Titre (BaO, $9H^2O$) (pour 100).
I.	CO^3Ba, 100 parties; Fe^2O^3, 15 »; CO^3Ca, 12 »	1 heure	1170°	122
II.	CO^3Ba, 100 »; Fe^2O^3, 15 »; MgO, 15 »	1 heure	1160°	111
III.	CO^3Ba, 100 »; Fe^2O^3, 15 »; MgO, 10 »	2 heures	1100°	110
IV.	CO^3Ba, 100 »; Chromite, 13,2 »; Fe^2O^3, 6,6 »	1 heure	1160°	116,6

En substituant enfin, dans l'essai I, un minerai d'Espagne (Fe^2O^3 76 pour 100) à l'oxyde Fe^2O^3 pur, nous avons eu, à 1150°, des granules, comparables comme formes à des *clinkers* de ciment et riches à 66 pour 100 BaO, soit 132 pour 100 BaO, $9H^2O$.

Disposant d'un four rotatif à revêtement alumineux et chauffé au mazout, nous avons poursuivi des essais d'ordre industriel, sur des mélanges de

carbonate précipité (CO^3Ba 97,6 pour 100) et de colcotar (Fe^2O^3 67,9), additionnés de chaux, et nous donnons ici le procès-verbal d'une journée de travail.

Composition du mélange initial (pour 100).

CO^3Ba	78,1	SO^4Ba	0,47
Fe^2O^3	8,71	MgO	0,9
$Al^2O^3 + SiO^2$	2,03	CaO	7
Mn^3O^4	0,42	Non dosé	2,37

Température moyenne (au pyromètre Féry) : 1150°.
Échantillons prélevés de 30 en 30 minutes (titre évalué en baryte hydratée).

Numéro.	Titre pour 100.	Numéro.	Titre pour 100.
1	121	6	118
2	115,5	7	118,5
3	117	8	125,5
4	121	9	123,5
5	116,5	10	130,5

Moyenne de la journée ... 121

Le chiffre de 131,5 qui fut un maximum indique un taux de décomposition du carbonate employé de 78 pour 100. (En laissant le four horizontal, les titres ont varié de 108 à 115.)

Les résultats supérieurs à ceux du laboratoire tiennent sans doute à l'agitation continue de la matière et au fort courant gazeux qui traverse l'appareil dans toute sa longueur (la tension du gaz CO^2 émis par le carbonate s'élève déjà à 20^{mm} à 1100° (¹) pour atteindre 760^{mm} à 1361° (²).

La faible quantité d'oxyde Fe^2O^3 mise en œuvre ne laisse pas jusqu'ici affirmer l'existence d'un ferrite de la forme $Fe^2O^3, n BaO$ dissociable par l'eau, et l'analyse du résidu fourni par l'épuisement de clinkers (titre 54 pour 100 BaO) indique 3,65 BaO pour 11,2 Fe^2O^3, proportions qui ne correspondent en rien à la formule du ferrite Fe^2O^3BaO, étudié par G. Rousseau et Bernheim (³) et qui, insoluble, viendrait de la décomposition d'un sel analogue à certains silicates ou aluminates polybasiques.

D'ores et déjà le titre élevé de clinkers obtenus par calcination d'un mélange de carbonate CO^3Ba et d'oxyde ferrique permet de préparer, par simple épuisement à l'eau, des liqueurs très concentrées de baryte, comme celle qu'exige la précipitation du saccharose retenu dans les mélasses de

(¹) Isambert, *Comptes rendus*, **86**, 1878, p. 332.
(²) Hednal, *Zeit. anorg. Chemie*, **98**, 1916, p. 47.
(³) G. Rousseau et Bernheim, *Comptes rendus*, **106**, 1888, p. 1726.

sucrerie (33° Bé à 75°), et le faible prix de revient laisse envisager la mise en pratique des réactions de la forme

$$BaO, 9H^2O + SO^4Na^2 = SO^4Ba + 2NaOH + 8H^2O$$

pour la fabrication industrielle des alcalis et du sulfate SO^4Ba précipité [1]. Nous poursuivons nos essais sur l'oxyde Cr^2O^3.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Phénomènes d'orientation chez l'α-méthylcyclohexanone.* Note de M. **R. Cornubert**, présentée par M. Ch. Moureu.

Nous avons eu l'occasion de montrer dans de précédentes recherches en partie exécutées en collaboration avec A. Haller, que la méthylation au sulfate [2], l'éthylation au bromure [3] et l'allylation au bromure [3] de l'α-méthylcyclohexanone par la méthode à l'amidure, conduisaient à des mélanges de composition identique formés surtout par l'αα-dialcoylcyclohexanone, corps du type $-CH^2-CO-CRR'-$ (86, 85, 88 pour 100) et par une petite quantité d'un isomère αα′ correspondant au schéma $-CHR-CO-CHR'-$ (14, 15, 12 pour 100). Avant de considérer cet effet comme un « réflexe » intramoléculaire, comme un effet d'orientation résultant de la présence du groupe CH^3, il fallait s'assurer qu'il n'y a pas transposition de la cétone symétrique en la cétone dissymétrique, ou inversement, sous l'influence de l'un des réactifs utilisés.

Les trois résultats sus-visés étant pratiquement identiques, seul l'un des réactifs employés dans les trois cas pouvait être la cause d'une isomérisation ; ces réactifs communs sont : *a*. la soude, qui, en petite quantité, existe nécessairement dans l'amidure et peut intervenir lors de la préparation ; *b*. le bisulfite de sodium, employé pour éliminer l'α-méthylcyclohexanone non entrée en réaction ; *c*. l'acide chlorhydrique, utilisé comme agent de condensation avec l'aldéhyde benzoïque lors de la détermination de la constitution. Nous avons par suite examiné l'effet de ces trois substances sur l'αα- et l'αα′-diméthylcyclohexanones dans les conditions mêmes de nos essais d'alcoylation. Ni la soude, ni l'acide chlorhydrique n'ont provoqué la

(1) Br. fr. n° 565883.

(2) A. Haller et R. Cornubert, *Bull. de la Soc. chim. de France*, 4e série, **41**, 1927, p. 367.

(3) R. Cornubert et H. Le Bihan, *Bull. de la Soc. chim. de France*, 4e série, **41**, 1927, p. 1077.

moindre transposition, et la présence simultanée des deux cétones a été retrouvée chez une diméthylcyclohexanone d'alcoylation isolée sans intervention de bisulfite.

La formation des deux cétones $\alpha\alpha$ et $\alpha\alpha'$ semble donc bien représenter un réflexe intramoléculaire (il faut remarquer que de nombreuses opérations d'alcoylation ont été réalisées depuis huit ans et qu'elles ont toujours conduit au même résultat en faisant utiliser divers échantillons d'amidure). Toutefois si l'$\alpha\alpha$-diméthylcyclohexanone ne nous a donné que sa combinaison benzylidénique, si la cétone diméthylée en α et α' a engendré sa « combinaison tétrahydropyronique » avec un rendement de 100 pour 100, cette dernière n'a pas présenté le point de fusion 197-198° C. déjà obtenu, mais était constituée avant tout par une autre « combinaison tétrahydropyronique » fondant à 175° C. Nous reviendrons sur ce résultat dans une autre Note.

Dans ces conditions, si le phénomène observé est bien un réflexe intramoléculaire, l'orientation doit être acquise lors de la sodation et par suite toute alcoylation ou arylation doit se produire de la même manière que les précédentes alcoylations. C'est ce que, avec M. Le Bihan, nous avons pu vérifier en étudiant la benzylation.

De plus, si l'introduction du sodium dans l'α-méthylcyclohexanone s'effectue avant tout suivant le schéma I et un peu suivant le schéma II, Kötz et Steinhorst [1] ont montré que l'introduction du chlore conduit au schéma III identique, quant à l'orientation, au schéma II.

$$\text{I.}\quad -CH^2-CO-CNa(CH^3)- \qquad \text{II.}\quad -CHNa-CO-CH(CH^3)-$$
$$\text{III.}\quad -CHCl-CO-CH(CH^3)-$$

On ne peut pas ne pas remarquer que le chlore et le sodium sont de polarités opposées.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Préparation de la benzophénone par les organomagnésiens. Mécanisme de la réaction entre les organomagnésiens et leurs dérivés carbonatés.* Note [2] de M. **D. Ivanoff**, transmise par M. V. Grignard.

1. Dans la carbonatation des organomagnésiens la formation du carbinol tertiaire correspondant diminue presque toujours le rendement en

---

(1) Kötz et Steinhorst, *Lieb. Ann.*, **379**, 1911, p. 1.

(2) Séance du 6 février 1928.

acide [1]. M. Grignard a même, en partant de ce fait, institué une méthode de préparation de ces carbinols [2]. Dans quelques cas, surtout quand la carbonatation s'effectue à basse température, il se fait aussi la cétone [3].

J'ai essayé de préparer les cétones d'après l'équation suivante :

$$R.CO.O.MgX + R.MgX = \begin{matrix}R\\R\end{matrix}\!\!>C<\!\!\begin{matrix}O.MgX\\O.MgX\end{matrix}\,(I) \xrightarrow{H^2O} \begin{matrix}R\\R\end{matrix}\!\!>CO + 2\,MgX.OH.$$

Le magnésien est fait dans un ballon muni d'une tubulure latérale. Après carbonatation de la moitié du magnésien à — 20°, en vase fermé [4], le vide du ballon est rempli, par la tubulure latérale, avec un gaz inerte (H_2). Puis tout est agité pendant 8 heures à 0°, en atmosphère de ce gaz, au moyen d'un agitateur mécanique à fermeture de mercure. Après hydrolyse, extraction à l'éther et à la soude, la solution éthérée est fractionnée par distilation sous pression réduite.

Par cette méthode la benzophénone a été préparée avec un rendement de 60 pour 100; la formation du triphénylcarbinol ne dépasse guère 2 à 3 pour 100. Les autres cétones, ou bien ne se font pas par cette réaction, ou bien elles sont mélangées avec une forte proportion de carbinol.

D'autre part, la benzophénone a été préparée dans les mêmes conditions, à partir du benzoate de magnésium anhydre et de $C^6H^5.MgBr$, avec un rendement de 35 pour 100. Ce sel est insoluble dans l'éther; il devient probablement plus soluble après combinaison avec le $MgBr^2$, provenant de la duplication du radical C^6H^5, lors de la préparation du magnésien, combinaison moléculaire dont l'existence a été démontrée [4].

2. J'ai voulu préparer des éthers-sels à partir du complexe (I) et de quelques chlorures d'acides, d'après l'équation

$$\begin{matrix}C^6H^5\\C^6H^5\end{matrix}\!\!>C<\!\!\begin{matrix}O.MgBr\\O.MgBr\end{matrix} + 2\,R.CO.Cl = \begin{matrix}C^6H^5\\C^6H^5\end{matrix}\!\!>C<\!\!\begin{matrix}O.CO.R\\O.CO.R\end{matrix} + 2\,MgCl.Br.$$

Je n'ai obtenu, avec $C^6H^5.CO.Cl$ et $CH^3.CO.Cl$, aucune trace d'éther-sel, même en opérant à différentes températures (— 20°, 0°, 15° et 35°). De ce fait on peut déduire que le complexe n'existe pas et que la benzophénone se trouve à l'état libre. En effet, par distillation du mélange réactionnel sous pression réduite de 9^{mm}, la benzophénone passe entre 150° et 160°, la température du bain métallique étant 270°.

---

(1) **Ivanoff**, *Bull. Soc. chim.*, **37**, 1925, p. 287.
(2) *Comptes rendus*, **138**, 1904, p. 152.
(3) **Bodroux**, *Comptes rendus*, **137**, 1903, p. 710. — **Ivanoff**, *loc. cit.*, p. 292.
(4) **Ivanoff**, *Comptes rendus*, **185**, 1927, p. 505.

Or, si la cétone se trouve à l'état libre, elle devrait être extraite par les solvants organiques autres que ceux qui dissolvent les halogénures de magnésium. Dans ce but, la masse solide d'une réaction, après distillation de l'éther, a été soumise dans un appareil de Soxlhet à un épuisement à l'éther de pétrole ou au benzène. Elle ne céda rien à ces solvants. Ce fait inattendu trouve son explication dans la formation d'un composé moléculaire entre $MgBr^2$ et la benzophénone. Menschutkin avait déjà étudié une telle combinaison — $MgBr^2.6CH^3COCH^3$ (1).

Il semble que toutes les cétones forment de pareilles combinaisons puisqu'elles déplacent, avec échauffement, l'éther de l'éthérate $MgBr^2$, $2C^2H^5.O.C^2H^5$, comme je l'ai constaté avec les cétones suivantes :

$$CH^3.CO.CH^3, \quad CH^3.CO.C^2H^5, \quad C^2H^5.CO.C^2H^5 \quad \text{et} \quad C^6H^5.CO.C^6H^5.$$

La combinaison de $C^6H^5.CO.C^6H^5$ et $MgBr^2$, soumise à l'extraction par les solvants ci-dessus, ne cède pas non plus la cétone ; par contre, celle-ci est facilement déplacée par les cétones aliphatiques. Cette combinaison moléculaire, distillée sous pression réduite, laisse partir la benzophénone dans les mêmes conditions de température indiquées plus haut.

Par conséquent, dans le mélange réactionnel la benzophénone ne se trouve pas sous la forme du complexe I mais à l'état d'une combinaison moléculaire avec $MgBr^2$. Le mécanisme de la réaction ne serait donc pas exprimé par l'équation (I), mais par la suivante :

$$R.CO.O.MgX + XMg.R = R.CO.R.MgX^2 + MgO.$$

L'alcool tertiaire prend naissance, alors, par l'action de l'excès du magnésien sur cette cétone et non pas à partir du complexe (I) (2). Le mécanisme serait le même pour les réactions entre les organomagnésiens et toutes les combinaisons possédant le groupement — CO —, comme les chlorures d'acides et les éthers-sels.

---

(1) *Zeit. für anorg. und allg. Ch.*, 53, 1907, p. 28.

(2) GRIGNARD, *loc. cit.*

GÉOLOGIE. — *Découverte, près de Hettenschlag, d'un deuxième dôme de sel sous la plaine d'Alsace.* Note de MM. **C.** et **M. Schlumberger**, présentée par M. Pierre Termier.

M. G. Friedel [1] a signalé l'existence à Meienheim (Haut-Rhin) d'un dôme de sel dans le bassin potassique oligocène et mentionné la découverte par prospection électrique d'un second dôme. Celui-ci, situé à 2^{km} à l'ouest du village de Hettenschlag, a été vérifié par un forage. A 10^{m}, la sonde sortait des alluvions et entrait dans les marnes oligocènes. A 100^{m} elle pénétrait dans le sel, alors que le toit des couches normales de sel est vraisemblablement à plus de 1000^{m} de profondeur dans cette partie nord du bassin.

Le dôme de Hettenschlag se trouve sur le prolongement de la longue crête constituée par le dôme de Meienheim, dans la direction générale des failles rhénanes, ce qui conduit à supposer qu'un accident de cette nature a été la cause initiale amorçant la montée du sel, qui s'est ensuite poursuivie par l'effet de la gravité et de la plasticité. La forme en plan du dôme de Hettenschlag a été approximativement déterminée par les mesures électriques. Elle est beaucoup moins allongée que celle du dôme de Meienheim. Ceci paraît correspondre au fait d'une origine plus profonde, car le piston de sel d'un dôme se moule en général suivant une section d'autant plus circulaire qu'il doit franchir une course plus longue dans la percée des sédiments de recouvrement. Le dôme de Hettenschlag se reflète en surface par une très légère ondulation de $2^{m},50$ de relief. Son ascension se poursuit donc actuellement avec une vitesse supérieure à celle de l'usure par érosion et dissolution. Le relief de $2^{m},50$ est à rapprocher de la surélévation d'au moins une centaine de mètres que présente la base des alluvions quaternaires à l'aplomb du dôme. Cette différence d'altitude mesure la montée du sel pendant le Quaternaire, à supposer que la dissolution souterraine n'en ait pas enlevé une partie notable pendant cette période.

Le dôme de Hettenschlag a été trouvé à la suite d'une exploration méthodique de la région, consistant à mesurer la résistivité moyenne du sol sur une épaisseur de l'ordre de 100^{m}. Alors que la résistivité des alluvions oscille de 300 à 400 ohms mètre-mètre carré, celle des marnes sous-jacentes varie de 10 à 20 ohms. La présence du dôme a donc été révélé par une dimi-

[1] G. Friedel, *Sur l'existence d'un dôme de sel dans le bassin potassique oligocène d'Alsace* (*Comptes rendus*, 184, 1927, p. 1028).

nution locale importante de la résistivité, attribuable à la diminution de l'épaisseur des alluvions et peut-être aussi, pour une moindre partie, à l'augmentation de salure des marnes en contact avec le sel. La carte des résistivités ainsi établie a donné la forme approximative du dôme. Enfin des mesures sur le sommet du dôme, effectuées cette fois à profondeurs croissantes, ont permis de voir que la résistivité allait d'abord en baissant, ce qui traduit le passage des alluvions résistantes aux marnes conductrices, puis en montant considérablement lorsque la profondeur atteinte correspondait au sel gemme, qui est un isolant électrique presque parfait. Ces mesures ont permis de prévoir avec une bonne approximation les profondeurs de ces diverses formations.

PHYSIQUE DU GLOBE. — *Étude de la couche d'ozone de la haute atmosphère pendant la nuit.* Note ([1]) de M. **Daniel Chalonge**, présentée par M. Ch. Fabry.

On sait que l'atmosphère terrestre contient de l'ozone ([2]) qui est pratiquement localisé dans les régions supérieures, à une altitude de 40 à 50 kilomètres ([3]). Si on le ramenait à la pression atmosphérique, il constituerait, tout autour de la Terre, une mince pellicule d'épaisseur variable ([4]) et voisine de 3^{mm}. On explique en général la permanence de cette couche de gaz à grande altitude, ainsi que certaines de ses fluctuations d'épaisseur, par les actions antagonistes sur les molécules d'oxygène et d'ozone de deux groupes de radiations ultraviolettes solaires, les unes créatrices, les autres destructrices d'ozone. Il est donc intéressant de rechercher si la proportion d'ozone varie lorsque le rayonnement solaire cesse d'agir, c'est-à-dire si elle diffère la nuit et le jour. Cette comparaison est l'objet du travail dont les résultats préliminaires sont exposés ici.

Pour évaluer l'épaisseur de la couche d'ozone, j'ai recours à la méthode habituelle, dans laquelle on compare les valeurs successives des intensités

---

([1]) Séance du 6 février 1928.

([2]) Fabry et Buisson, *Journ. de Phys.*, 2, 1921, p. 197.

([3]) Cabannes et Dufay, *Journ. de Phys.*, 8, 1927, p. 125; Lambert, Déjardin et Chalonge, *Bull. Obs. Lyon*, 9, 1927, p. 45.

([4]) Dobson et Harrison, *Proc. Roy. Soc.*, 110, 1926, p. 660; Dobson, Harrison et Lawrence, *Proc. Roy. Soc.*, 114, 1927, p. 521.

des diverses radiations venant d'un même astre lorsque la distance zénithale de cet astre change (1).

Les dosages diurnes sont faits en photographiant le spectre direct du Soleil. La Lune a été choisie comme source pour les mesures nocturnes à cause de la particularité qu'elle présente d'avoir un diamètre apparent très voisin de celui du Soleil : cela permet d'utiliser le même dispositif spectrographique et d'obtenir des résultats très comparables dans les deux groupes de déterminations.

Le spectrographe, à optique de quartz (deux prismes de quartz, l'un droit, l'autre gauche, de 60° chacun et deux lentilles de 30^{cm} de foyer), est fixé sur une monture équatoriale que l'on peut mouvoir à la main de façon à maintenir, grâce à un chercheur, l'instrument constamment braqué sur l'astre étudié. L'inégalité de brillance des divers points de la surface lunaire oblige à employer un dispositif de projection spécial évitant la formation de l'image de la Lune sur la fente : dans le prolongement du collimateur est placée une lunette à optique quartz-fluorine, l'objectif ayant 50^{cm} de foyer et 45^{mm} de diamètre et l'oculaire 78^{mm} de foyer. L'image de l'objectif donnée par l'oculaire se forme sur la fente et l'image de la Lune donnée par l'ensemble de l'instrument se produit sur l'objectif du collimateur. Ce dispositif permet d'obtenir, avec des poses allant de 5 à 20 minutes suivant la hauteur de la Lune, d'excellents spectres, dépourvus de tout voile de diffusion, s'étendant jusqu'à 3050 Å.

Résultats. — Les mesures, commencées en octobre 1927, sont faites à Paris et les conditions météorologiques très défavorables n'ont permis de réunir jusqu'ici qu'un très petit nombre de clichés. Les observations nocturnes ne sont possibles que pendant 5 ou 6 jours au voisinage de la pleine Lune. De plus, dans cette partie de l'année, le Soleil est trop bas sur l'horizon et le ciel trop brumeux pour que l'on puisse entreprendre des déterminations diurnes précises. Je n'ai pu effectuer que deux mesures pendant le jour. La première faite dans de bonnes conditions, le 3 novembre, a donné comme épaisseur d'ozone $1^{mm},90$, résultat en très bon accord avec celui obtenu le même jour par Götz à Arosa (2) en Suisse, $1^{mm},87$. En attendant de pouvoir obtenir l'assurance que cette concordance n'est pas

(1) Pour le détail de la méthode, se reporter au travail déjà cité de Fabry et Buisson.

(2) Les résultats de Götz et de Dobson cités ici n'ont pas encore été publiés et m'ont été communiqués par M. Dobson.

fortuite, j'ai admis que les résultats de Götz à Arosa (et, pour le mois d'octobre, ceux de Dobson à Oxford) pouvaient être comparés aux mesures nocturnes effectuées à Paris. Les résultats qui semblent se dégager de ce commencement d'étude sont les suivants :

1° La couche d'ozone demeurerait constante au cours d'une même nuit; la meilleure série de déterminations, faite entre 18h30m le 5 décembre et 3 heures le 6, conduit à des valeurs de l'épaisseur égales à la précision des mesures près;

2° L'épaisseur de la couche d'ozone serait sensiblement plus forte la nuit que le jour, ainsi que le montre le tableau suivant :

Dates.	Épaisseur d'ozone la nuit.	Épaisseur d'ozone le jour.
10 octobre	2,95	2,25 (Arosa-Oxford)
11 octobre		2,20 (Arosa-Oxford)
6 novembre	3,35	2,16 (Arosa)
7 novembre		2,25 (Arosa)
11 novembre	3,20	
12 novembre		2,55 (Paris)

Ces premières indications demandent à être confirmées par une plus longue série d'observations.

MAGNÉTISME TERRESTRE. — *Mesures magnétiques dans les Basses-Pyrénées, les Landes et la Gironde*. Note de MM. **H. Bellocq** et **Ch. Jacquet**, présentée par M. G. Ferrié.

Cette campagne magnétique a été faite (subvention de la Fondation Loutreuil) en 1925 et complétée en 1927, la pluie ayant gêné beaucoup, en 1925, les mesures de la déclinaison. Les mesures ont été faites dans 42 stations qui nous ont été indiquées par M. Mathias, dont 20 sont des stations de Moureaux et 22 des stations nouvelles dont les noms sont donnés en *italiques*.

En général, la composante horizontale et la déclinaison sont données par 2 barreaux; l'inclinaison a toujours été obtenue par la seule aiguille n° 1 qui donna, après changement de l'aimantation, des nombres extrêmement concordants. On s'est servi des boussoles de voyage de l'École Normale supérieure, comparées, avant et après, avec les instruments étalons du Val-Joyeux.

Le tableau suivant donne les mesures ramenées au 1er janvier 1922 :

Stations.	D.	I.	H.	Situation magnétique.
		Basses-Pyrénées.		
	° ′	° ′		
1. *Arzacq*	12.36,4	60.20,0	0,22044	Presque calme
2. Bayonne	12. 2,3	60.19,1	0,22053	Presque calme
3. *Biarritz*	13. 0,5	60.20,6	0,22012	Calme
4. *Bidache*	12.54,5	60.17,4	0,22072	Calme
5. Hendaye	13. 5,9	60.14,3	0,22049	Calme
6. *Lembeye*	12.24,1	60.14,4	0,22110	Presque calme
7. Mauléon	12.46,8	60. 7,3	0,22150	Calme
8. *Navarrenx*	12.43,6	60.12,2	0,22151	Calme
9. Oloron	12.37,6	60. 6,9	0,22156	Calme
10. Orthez	12.42,6	60.17,5	0,22030	Calme
11. Pau	12.32,1	60. 6,1	0,22132	Presque calme
12. Puyos	12.49,7	60.18,5	0,22013	Calme
13. Saint-Jean-de-Luz	13. 6,9	60.15,0	0,22069	Calme
14. *Sauveterre*	12.50,0	60.15,7	0,22077	Calme
		Landes.		
15. *Aire-sur-Adour*	12.34,5	60.25,8	0,21963	Calme
16. *Capbreton*	13. 1,4	60.37,2	0,21931	Calme
17. Dax	12.55,5	60.40,2	0,21924	Calme
18. *Labastide*	12.33,4	60.41,6	0,21840	Calme
19. *Labrit*	12.53,3	60.51,9	0,21763	Calme
20. *Léon*	13. 2,0	60.43,4	0,21822	Calme
21. *Lit-et-Mixte*	13. 0,9	60.51,0	0,21766	Presque calme
22. *Mimizan*	13. 3,5	60.57,8	0,21695	Calme
23. Mont-de-Marsan	12.42,6	60.37,4	0,21878	Presque calme
24. Morcenx	12.49,3	60,48,5	0,21841	Presque calme
25. *Parentis-en-Born*	12.58,7	61. 2,4	»	Calme
26. Saint-Martin-de-Hinx	12.57,8	60.31,3	6,21960	Un peu agitée
27. Saint-Sever	12.42,4	60.32,1	0,21935	Presque calme
28. *Soustons*	13. 4,6	60.42,4	0,21995	Calme
		Gironde.		
29. Arcachon	13. 4,8	61.28,8	0,21488	Calme
30. Bazas	12.38,1	61. 9,6	0,21600	Calme
31. Blaye	12.56,4	61,46,8	0,21295	Calme
32. *Coutras*	12.42,2	61.38,1	0,21336	Calme
33. *Hourtin*	13.14,2	62. 4,7	0,21197	Calme
34. *Lacanau-Océan*	13. 7,5	61.44,4	0,21339	Calme
35. Langon	12.41,9	61.11,2	0,21568	Calme

Stations.	D.	I.	H.	Situation magnétique.
		Gironde (suite).		
36. La Réole................	12°.33′,8	61°.17′,8	0,21535	Un peu agitée
37. Lesparre..............	13. 5,3	61.59,4	0,21179	Calme
38. Libourne.................	12.42,5	61.34,2	0,21394	Presque calme
39. *Pointe-de-Grave*..........	13.11,3	62.10,6	0,11034	Calme
40. *Sainte-Foy-la-Grande*...	12.33,7	61.30,2	0,21449	Calme
41. *Saint-Médard*............	12.55,6	61.40,6	0,21388	Calme
42. *Saint-Symphorien*.......	12.49,4	61. 8,1	0,21612	Calme

Ces mesures, comparées aux mesures anciennes de Moureaux donnent, pour la variation séculaire des éléments D, I, H entre le 1er janvier 1896 et le 1er janvier 1922, en général, des nombres remarquablement concordants dans les Landes et la Gironde. Il en est de même pour D dans les Basses-Pyrénées. Pour H et I, la concordance est généralement moins parfaite.

MAGNÉTISME TERRESTRE. — *Mesures magnétiques dans le nord de la France.* Note de M. **Henri Labrouste**, présentée par M. G. Ferrié.

Le tableau publié ci-dessous contient le résultat des mesures magnétiques effectuées (subvention de la Fondation Loutreuil) en grande partie pendant l'été 1926, à part quelques-unes en 1927, dans les départements du Nord, du Pas-de-Calais et de la Somme. Ces observations ont été faites dans 42 stations, dont 27 font partie du réseau de Moureaux. Les noms des nouvelles stations figurent en *italique*, et les valeurs des trois éléments : déclinaison (D), inclinaison (I) et composante horizontale du champ (H) ont été réduites provisoirement à la date du 1er janvier 1922.

Stations.	D.	I.	H.	Situation magnétique.
		Nord (14 stations).		
Avesnes..................	11°.40′,7	65°.29′,7	0.19200	Agitée
Baisieux..................	11.54,9	65.49,0	0,19017	Calme
Cambrai..................	11.49,4	65.29,4	0,19151	Calme
Cassel..................	12.14,5	66. 5,5	0,18830	Presque calme
Condé-sur-Escaut........	11.44,4	65.45,9	0,19021	Calme
Douai....................	11.59,6	65.41,8	0,19059	Presque calme
Dunkerque................	12.29,9	66.17,3	0,18746	Calme

Stations.	D.	I.	H.	Situation magnétique.
		Nord (suite).		
Gravelines	12°.39′,5	66°.14′,4	0,18767	Presque calme
Hazebrouck	12.15,0	66. 1,8	0,18861	Calme
Lille	11.35,1	65.51,2	0,18866	Agitée
Maubeuge	11.30,9	65.37,3	0,19140	Très agitée
Orchies	11.58,1	65.49,8	0,18981	Calme
Valenciennes	11.42,9	65.42,5	0,19096	Très agitée
Zuydcoote	12.19,1	66.17,7	0,19719	Calme
		Pas-de-Calais (14 stations).		
Arras	12. 3,5	65.37,0	0,19129	Calme (D) agitée (I, H)
Bapaume	12.10,2	65.26,8	0,19164	Calme
Berck-sur-Mer	12.44,5	65.51,8	0,18941	Calme
Béthune	11.53,9	65.51,8	0,19095	Calme
Boulogne	12.45,4	66. 3,5	0,18847	Calme
Calais	12.36,2	66.13,7	0,18761	Assez agitée
Desvres	12.36,9	65.59,5	0,18930	Agitée
Etaples	12.39,9	65.56,0	0,18929	Presque calme
Gris-Nez	12.42,6	66.11,9	0,18786	Un peu agitée
Hesdin	12.32,3	65.51,2	0,18924	Calme
Marquise	»	66. 6,0	0,18797	Perturbation
Montreuil-sur-Mer	»	65.58,1	0,18923	Calme
Saint-Omer	12.28,7	66. 0,5	0,18879	Calme
Saint-Pol	12.21,6	65.45,9	0,19039	Calme
		Somme (14 stations).		
Abbeville	12.40,4	65.35,3	0,19095	Presque calme
Albert	12.13,0	65.33,6	0,19117	Calme
Amiens	12.25,4	65.27,3	0,19168	Un peu agitée
Ault	12.46,2	65.45,4	0,19089	Presque calme
Cayeux	12.42,5	65.38,1	0,19080	Un peu agitée
Conty	12.25,8	65.18,4	0,19250	Presque calme
Crécy	12.36,7	65.44,2	0,19034	Calme
Doullens	12.19,6	65.36,7	0,19110	Presque calme
Montdidier	»	65.17,4	0,19279	Calme
Nesle	11.56,8	65.21,8	0,19232	Calme
Oisemont	12.36,0	65.33,6	0,19120	Calme
Péronne	12. 2,8	65.21,6	0,19209	Calme
Rue	12.42,1	65.49,2	0,19017	Calme
Saint-Valery-sur-Somme	12.43,2	65.40,1	0,19077	Presque calme

Les moyennes des variations séculaires de 1896 à 1922 pour les 27 stations communes avec le réseau de Moureaux sont :

Déclinaison	−3°2′
Inclinaison	−0°27′
Composante horizontale	+0,0009

Les variations au Val-Joyeux pendant la même période ont été :

Déclinaison	−2°59′
Inclinaison	−0°32′
Composante horizontale	+0,0015

Ces résultats s'accordent avec ceux déjà connus de la distribution des variations séculaires en France.

Certaines mesures ont été effectuées dans des régions dévastées et il a été parfois difficile de trouver de bons emplacements. En particulier les mesures effectuées aux environs de Lille et Béthune sont à rejeter.

PALÉONTOLOGIE. — *Sur quelques Invertébrés fossiles crétacés du sud-ouest de Madagascar.* Note de M[lle] **Eliane Basse**, présentée par M. H. Douvillé.

Les échantillons dont il s'agit ont été recueillis par Geay, le capitaine Colcanap et M. Piveteau dans la région de Tongobory, le long des falaises qui bordent le cours de l'Onilahy et de ses affluents : Sakondry au Nord, Lomaka et Andranolava au Sud.

Dans une Note précédente (¹) nous avons déjà indiqué les principales faunes d'Ammonites trouvées dans ces gisements.

L'étude des autres Invertébrés confirme et complète les données stratigraphiques fournies par les Ammonites. Le Néocomien supérieur et tous les termes du Crétacé moyen et supérieur forment une vaste série continue très fossilifère. Les grès verts plus ou moins argileux prédominent à la base, tandis que les calcaires jaunes, gréseux, se rencontrent presque exclusivement au sommet.

Voici brièvement l'inventaire des principaux points fossilifères, en allant du Nord au Sud de la région étudiée.

(¹) E. Basse, *Sur quelques faunes d'Ammonites du sud-ouest de Madagascar* (*C. R. somm. Soc. géol. Fr.*, **27**, 7 novembre 1927, p. 160).

Sur les flancs du plateau de Vineta où le Sakondry prend sa source, des calcaires jaunes sénoniens contiennent : *Lima obliquistriata* Forbes, *Spondylus calcaratus* Forbes, *Ostrea* sp., *Pecten* sp., des *Foraminifères*.

Près des chutes du Sakondry, à Isatia, on trouve, avec *Crassatella* sp. et *Teredo* sp., *Trigonoarca trichinopolitensis* Forbes, *Roudaireia Forbesi*, Stol., *Rapa cancellata* Sow., espèces du Trichinopolygroop (Turonien supérieur-Sénonien inférieur), *Cerithium* (*Campanile*) *inauguratum* Stol. du Campanien-Maëstrichtien.

A Manasoa, on recueille *Inoceramus Lamarcki* Park. et ses variétés avec *Roudaireia Forbesi* Stol.

Sur les flancs de la montagne qui domine Belamoty à l'Ouest, des calcaires jaunes campaniens-maëstrichtiens contiennent : *Turrilites* (*Heteroceras*) *indicus* Stol. qui les date, *Spondylus calcaratus* Forbes et des *Foraminifères*.

Au Cirque d'Ebora, la falaise de grès verts de 80^m de hauteur entaillée par le Menarandroy recèle, outre les Ammonites déjà signalées, de nombreux Mollusques : *Voluta* (*Fulguraria*) *elongata* d'Orb., *Modiola typica* Forbes, *Protocardium hillanum* Sow., *Veniella* (*Venilicardia*) *obtruncata* Stol., *Pecten* (*Neithea*) *quinquecostata* Sow., *Alectryonia diluviana* Linné, des *Inoceramus* variés : *In. costellatus* Woods, *In. inconstans* Woods, *In. Lamarcki* Park. et ses variétés. Cette vaste série semble donc correspondre à une longue phase de sédimentation néritique, concordante depuis le Cénomanien jusqu'au Campanien inclus. Elle est surmontée par une épaisseur de 70^m de calcaires blanchâtres maëstrichtiens à *Arrhoges Boulei* Cottreau et *Alectryonia ungulata* Schloth.; au sommet se trouvent des *Campanile* géants que nous rapportons à deux espèces nouvelles.

Au Sud-Est, les argiles vertes néocomiennes du ravin de Ranomasy contiennent : *Duvalia* cf. *lata* Blainv. et deux nouvelles espèces de Serpules rappelant celles des couches d'Uitenhage.

On retrouve les grès verts du Cirque d'Ebora à l'endroit où la route de Betioky à Tuléar coupe le Menarandroy, ils renferment une faune cénomanienne : *Exogyra columba* Lam., *Peltastes clathratus* Agassiz, *Holectypus* nov. sp., *Cyphosoma* sp. et de très nombreuses *Rhynchonelles* de petite taille.

Hormis *Neithea quinquecostata* Sow., *Spondylus calcaratus* Forbes, *Alectryonia ungulata* Schloth. et *Roudaireia Forbesi* Stol., ces fossiles n'ont pas encore été signalés dans la région.

L'étude détaillée de ces documents nouveaux nous permet de confirmer les résultats paléogéographiques fournis par les Ammonites. Au Crétacé

moyen, la plupart des espèces qui peuplaient la région étudiée sont communes avec l'Inde et la Tunisie, leur dissémination a été favorisée par la transgression cénomanienne; la faune a un caractère néritique.

Au Néocrétacé s'effectue progressivement la transgression qui atteindra son maximum au Sénonien supérieur dont on retrouve les dépôts à faciès littoral à l'Est et au Nord du massif cristallin. Elle est caractérisée ici par l'abondance d'espèces est-africaines et indo-persiques alors que les espèces nord-africaines se raréfient. La grande taille des échantillons et l'épaisseur de leur test mettent en évidence une fixation abondante de calcaire, possible seulement dans les mers chaudes; en outre les espèces sont littorales ou subnéritiques, la nappe marine était peu profonde.

Un bloc de calcaire gréseux gris à grain fin, recueilli par M. Piveteau sur les rives du Fiherenana, au-dessus de basaltes post-turoniens, mérite d'être signalé à part. Peu volumineux, ce bloc est remarquable par l'abondance et la variété des espèces qu'il contient, par l'excellent état des échantillons, qui ont conservé la nacre de leur test, et en outre par le fait que la majorité des espèces sont représentées par des individus de petite taille.

Il est assez curieux de voir, réunies dans la même gangue, une vingtaine d'espèces maëstrichtiennes ou daniennes, quelquefois nouvelles, souvent indéterminables, mais rappelant, les unes des formes indiennes ou persiques, les autres des formes égyptiennes ou tunisiennes, d'autres enfin des espèces nord-américaines. C'est ainsi que *Trigonoarca trichinopolitensis* Forbes, *Tr.* cf. *brahminica* Forbes, *Rostellaria* cf. *palliata* Forbes, *Dentalium* cf. *alternans* Müller évoquent des espèces indo-persiques, *Leda* cf. *leia* Wanner, *Pleurotoma* sp., *Rostellaria* sp., un Fusidé voisin de *Chrysodomus Zitteli* Quaas, manifestent des affinités tunisiennes ou égyptiennes, enfin *Sphenodiscus lenticularis* Owen, connu seulement dans le Maëstrichtien de l'Amérique du Nord. Fait curieux, une *Calyptrea* nov. sp. très abondante rappelle la *C. trochiformis* de l'Éocène parisien.

La récolte, à ce niveau, de matériaux plus abondants, permettra de préciser ces affinités multiples dont l'intérêt est manifeste.

PATHOLOGIE VÉGÉTALE. — *Formations subéreuses anormales chez une Labiée* (Hymenocrater). Note de M. **Robert Lemesle**, présentée par M. J. Costantin.

L'*Hymenocrater bituminosus* Fisch. et Mey., Labiée frutescente des collines arides du nord-ouest de la Perse, possède plusieurs manchons de liège ayant leur origine, le plus externe à la limite du péricycle et du liber, les suivants dans le liber, à des profondeurs de plus en plus grandes; il existe, d'autre part, des anneaux de suber dans l'intérieur du bois secondaire de cette plante (¹).

Nous précisons ici l'origine de ces diverses formations subéreuses :

En examinant une tige moyenne, on voit tout d'abord les cellules situées au-dessous du péricycle sclérifié, puis celles de la zone externe du liber subérifier peu à peu leurs parois, en allant de l'extérieur vers l'intérieur.

Il se produit ainsi un pseudo-périderme réduit uniquement à son liège et sans apparition d'une assise génératrice, à en juger d'après la situation des éléments subéreux les plus internes, lesquels reposent immédiatement contre ceux du liber sous-jacent, leur faisant suite régulièrement.

Nous avons ici une formation comparable à celle que Born signalait chez *Thymus vulgaris* L. et *pannonicus* All., *Origanum Majorana* L. et *Onites* L. ainsi que *Satureja Thymbra* L. : « Des cellules situées sous l'endoderme, lui-même subérifié, subérisent peu à peu leurs parois en allant de l'extérieur à l'intérieur » (²).

Dans notre espèce, le même phénomène de subérification se reproduit successivement aux dépens de zones de plus en plus profondes du liber secondaire, de telle sorte que l'on observe, dans les tiges âgées, un certain nombre de pseudo-péridermes dont l'assise la plus interne fait suite régulièrement au tissu libérien situé au-dessous.

Étudions maintenant l'origine du liège intraligneux :

En examinant un bois secondaire très développé, on remarque des anneaux de plusieurs assises concentriques de parenchyme ligneux à mem-

(¹) R. Lemesle, *Bull. Soc. Bot. de France*, séance de décembre 1927.

(²) A. Born, *Vergleichend-systematische Anatomie der Stengels der Labiaten und Scrophulariaceen*, Berlin, 1886.

brane cellulosique, lesquels alternent avec des cercles de bois constitué exclusivement de vaisseaux et de fibres; ces éléments parenchymateux sont, en même temps, disposés en séries radiales qui continuent celles du tissu fibrovasculaire sus-jacent et sous-jacent. Or, ces cellules de parenchyme ligneux subérisent peu à peu leurs membranes, en allant de l'intérieur vers l'extérieur; cette subérification se produit, pour chaque anneau, dans les assises les plus internes, les deux ou trois rangées plus externes restant, en général, cellulosiques ([1]).

Il en résulte une série de cercles fibrovasculaires (jusqu'à cinq), alternant avec autant d'anneaux parenchymateux dont les assises internes subérisent leurs parois; or, ces éléments successivement subéreux, cellulosiques et scléreux restent disposés en files radiales d'une parfaite régularité.



Microphotographie mettant en évidence cinq anneaux de parenchyme subérifié, à l'intérieur du bois secondaire.

L'*Hymenocrater calycinus* Benth., espèce xérophile originaire des régions montagneuses du nord-est de la Perse, présente une structure semblable en tous points à celle que nous venons d'étudier.

Nous devons faire remarquer que le liège intra-ligneux se forme, comme

---

([1]) Nous avons différencié ce suber par le rouge Soudan III et l'orcanette acétique.

les pseudo-péridermes libériens, sans apparition préalable d'assise génératrice; mais, tandis que, dans le liber, la subérification se produit de l'extérieur vers l'intérieur, dans le parenchyme ligneux secondaire, elle se fait dans le sens inverse; la différenciation, centripète dans les régions péricyclique et libérienne, est au contraire centrifuge dans le bois secondaire.

Sans chercher à établir d'une façon absolue la cause physiologique de la structure de ces plantes, nous pouvons cependant songer à faire intervenir les conditions climatériques, lesquelles ont toujours une grande influence sur la morphologie interne des végétaux. Ces diverses formations successivement parenchymateuses, subéreuses et sclérenchymateuses sont peut-être en rapport avec les alternances d'humidité et de sécheresse intense qui existent en ces régions de steppes.

ANATOMIE. — *Sur la présence et la structure d'une* fovea *rétinienne chez un Percidé :* Serranus cabrilla *L.* Note de Mlle **M.-L. Verrier**, présentée par M. E.-L. Bouvier.

L'existence d'une *fovea* n'est connue parmi les Poissons que chez un très petit nombre d'espèces. Les premiers, J. Carrière (¹) et W. Krause (²), en décrivent une chez le Syngnate et l'Hippocampe. Récemment MM. Roule et Rochon-Duvigneaud (³) signalent une disposition semblable de la rétine chez *Blennius basiliscus* C. V. Moi-même, j'ai pu déterminer la topographie et la structure d'une *fovea* chez deux autres Blenniidés : *Blennius pavo* C. V. et *Blennius ocellaris* L., structure rappelant celle de *Blennius basiliscus*.

Chez *Serranus cabrilla* L. il est aisé de déceler l'existence d'une *fovea* par le simple examen de la rétine chez un individu fraîchement tué : l'œil laissé en place dans l'orbite, de manière à en conserver l'orientation, est privé de

---

(¹) J. Carrière, *Die Sehorgane der Tiere vergleichend-anatomisch dargestellt* (München, 1885).

(²) W. Krause, *Die Retina der Fische* (*Internat. Monatschr. für Anatomie und Physiologie*, 3, I-II, 1885, p. 35).

(³) A. Rochon-Duvigneaud et L. Roule, *Observations sur le comportement visuel et la structure de l'œil de* Blennius basiliscus *C. V.* (*Bull. Muséum*, II, 1927, p. 139-145).

son segment antérieur, cornée et cristallin; le corps vitré retiré, la rétine se montre tapissant uniformément le fond de l'œil; la papille du nerf optique et la *fovea* sont situées dans le plan équatorial de l'œil. La *fovea* est à égale distance du bord temporal de la rétine et de la papille du nerf optique; elle se présente sous l'aspect d'une dépression de $0^{mm},5$ environ de longueur; la rétine forme tout autour de cette dépression un bourrelet jaunâtre légèrement saillant.

Des séries des coupes pratiquées dans cette région ont révélé une structure absolument différente de la structure des autres régions de la rétine et confirmant l'existence de la *fovea* que l'examen macroscopique avait montrée.

A ce niveau l'épithélium pigmentaire est plus développé: le pigment devient plus dense, la hauteur des cellules se trouve accrue. Toutefois le pigment reste localisé à la périphérie de cet épithélium. Les deux sortes d'éléments visuels, cônes et bâtonnets, sont représentés dans toute l'étendue de la rétine du Serran, sauf au niveau de la *fovea* où les bâtonnets font totalement défaut. En dehors de la *fovea* les cônes se montrent comme des éléments massifs à segments moyens globuleux, à segments externes courts (leur hauteur totale est de 30^{μ} environ, la largeur du segment moyen 7^{μ}). Les cônes doubles sont nombreux. Au centre de la dépression fovéale les cônes sont étroitement tassés les uns contre les autres : sur un espace de rétine de 100^{μ} de largeur on peut en compter jusqu'à 40 environ. Ils s'allongent et s'amincissent d'une manière très accusée (hauteur totale : 70^{μ}, largeur du segment moyen 2^{μ}). Les cônes doubles sont absents. La couche des grains externes est séparée de la limitante externe par une zone fibreuse qui semble correspondre à la couche fibreuse de Henle de la rétine de l'Homme. Ces fibres affectent autour du centre fovéal une disposition rayonnée. La couche des grains internes s'épaissit légèrement à la périphérie de la *fovea*.

Enfin la couche des cellules ganglionnaires qui n'offre qu'une ou deux assises d'éléments dans les autres régions de la rétine du Serran se trouve constituée au fond et sur les bords de la dépression fovéale par trois ou quatre couches de cellules.

Ainsi la densité du pigment, l'existence exclusive de cônes, le tassement des cellules de la couche des grains internes, l'augmentation du nombre des cellules ganglionnaires permettent bien de conclure à l'existence d'une *fovea* chez *Serranus cabrilla*.

Ces caractères rapprochent cette *fovea* de celle des Blennies, mais elle se

distingue de la *fovea* des Vertébrés supérieurs et particulièrement de celle de l'Homme par un plus petit nombre de cellules ganglionnaires. La conduction individuelle des cônes centraux réalisée chez l'Homme, où à chaque cône paraît correspondre une cellule ganglionnaire, est loin d'être réalisée chez le Serran.

ANATOMIE. — *Remarques sur les canalicules de l'émail dentaire.* Note de M. **J.-J. Thomasset**, présentée par M. Cayeux.

La pénétration des canalicules de la dentine dans l'émail est, à des degrés divers, un fait général. Le plus souvent l'avancée de ces canalicules reste limitée aux couches les plus internes de l'émail. Dans deux groupes, cependant, le phénomène acquiert une grande ampleur : ce sont, chez les poissons, les formes fossiles des *Amioïdes* (fam. des *Semionotidés* et des *Pycnodontidés*), et, parmi les mammifères, les *Marsupiaux*. Dans les deux cas, les canalicules ont le même aspect : branchus dans la dentine, ils ne le sont plus dans l'émail où, chez les amioïdes, ils décrivent de larges courbes et s'enchevêtrent en un buisson touffu, puis se terminent en s'effilant. Leur calibre change parfois brusquement à la limite des deux tissus ; et ils peuvent se bifurquer à différents niveaux.

Le fait que les canalicules sont souvent plus gros dans l'émail, qu'ils s'y divisent et surtout qu'ils s'y dirigent en tous sens, montre qu'ils ne sont pas dus à un recul régulier des odontoblastes. Lorsque (*Pycnodus*) la dentine est très réduite, les canalicules sont bien plus longs dans l'émail que dans l'ivoire ; on ne peut guère admettre dans ce cas que les odontoblastes ont reculé sans produire de dentine sur la plus grande partie de leur trajet. Étant donné leur changement brusque et régulier d'allure et de calibre, leur pénétration n'a pu se faire que d'une manière active, en direction centrifuge, à travers un émail encore perméable ou la partie non encore minéralisée de cet émail. Les conditions nécessaires à cette croissance semblent d'ailleurs réalisées. J. H. Mummery a montré que les canalicules de la dentine renferment des fibres nerveuses ; leur contenu est donc un complexe organique, sans doute susceptible de s'accroître indépendamment de l'odontoblaste. L'émail des amioïdes, qui ne présente aucune structure et dans lequel les canalicules se montrent comme s'ils flottaient librement, a néces-

sairement traversé un stade où il était pénétrable. Ces canalicules ont dû pénétrer sans obstacle dans une masse liquide ou semi-liquide, à la manière de vaisseaux sanguins de néoformation. Ainsi s'expliquerait que, parallèles dans l'ivoire, ils deviennent exubérants dans ce nouveau milieu. Chez les marsupiaux, où les canalicules adamantins se comportent de la même manière, à la différence qu'ils sont à peu près parallèles entre eux, il a été démontré par von Ebner et J. H. Mummery qu'ils pénètrent *entre les prismes*, dans une substance interprismatique calcifiée postérieurement à ceux-ci et dont l'origine est différente. Chez l'homme, la pénétration de ces canalicules est également limitée à des espaces incomplètement calcifiés, situés au voisinage de la dentine. Les canalicules ayant ainsi pénétré effectivement dans un tissu non encore calcifié sont parallèles chez les marsupiaux, car ils sont en quelque sorte dirigés par les prismes déjà formés entre lesquels ils cheminent; leur allure, beaucoup plus irrégulière chez les amioïdes, est due à l'absence de prismes. Lorsque ces canalicules sont très nombreux et serrés les uns contre les autres, ils ne s'accroissent pas en passant dans l'émail; tandis que chez *Sargodon*, où la surface de l'ivoire est notablement augmentée par l'existence de nombreuses saillies de ce tissu, les canalicules, moins serrés, deviennent d'un calibre supérieur et se divisent dès leur arrivée dans l'émail.

Étant donné cette allure semblable des canalicules chez les mammifères à émail tubulaire et certains ganoïdes, par exemple chez *Macropus* et *Lepidotus*, on peut admettre que l'émail anhiste des amioïdes est l'homologue de la substance interprismatique des marsupiaux. Il y a ainsi dans l'émail deux éléments distincts, et chacun peut constituer à lui seul un tissu. La substance non prismatique est pénétrable pour les éléments venus de la dentine, les prismes ne le sont pas. Et chez les mammifères supérieurs la calcification plus rapide et la prédominance des prismes empêchent ou limitent la pénétration des canalicules de l'ivoire.

La calcification de l'émail des amioïdes, et peut-être de la substance interstitielle des marsupiaux, a vraisemblablement pour agents les canalicules eux-mêmes. On sait que la fibre de Tomes transporte les sels calcaires à travers la masse de la dentine; elle peut de même, elle ou un prolongement, les transporter dans l'émail où elle pénètre si profondément. On est amené à concevoir, chez les amioïdes, un émail dont la forme générale serait donnée par l'organe adamantin qui sécréterait ou à travers lequel dialyserait une substance plus ou moins liquide, laquelle resterait en cet état assez long-

temps pour que les canalicules y pénètrent; ensuite ceux-ci calcifieraient la masse. Chez les vertébrés supérieurs cette substance se réduirait, et avec elle la portion adamantine des canalicules, d'autant plus que les éléments prismatiques deviendraient prépondérants.

A. Prenant a vu les tubes de l'ivoire pénétrer secondairement dans la zone externe de la dentine (qu'il considère comme d'origine épithéliale). Il y a donc dans le tissu mésoblastique de la dent des éléments à croissance centrifuge.

ZOOLOGIE. — *Sur l'appareil d'accrochage de l'abdomen au thorax chez les Décapodes Brachyures.* Note [1] de M. **Charles Pérez**, présentée par M. E.-L. Bouvier.

On sait que les Crabes mâles, en dehors de l'attitude d'accouplement, portent leur abdomen reployé sous le thorax et étroitement appliqué à la face ventrale de ce dernier. Chez la très grande majorité d'entre eux, l'abdomen est solidement maintenu en place par un dispositif d'accrochage qui avait dès 1853 attiré l'attention de Duvernoy [2], mais a souvent été perdu de vue par les auteurs plus récents, bien qu'il constitue une des particularités les plus remarquables de ces Crustacés, digne d'être évoquée jusque dans les traités élémentaires.

Le sternite du plastron thoracique correspondant au segment de la seconde patte ambulatoire (la première après la pince) porte deux boutons saillants arrondis, à pointe légèrement déjetée vers l'avant; d'autre part le sixième segment abdominal présente, sur sa face ventrale, un peu en dedans de ses angles postérieurs, deux cavités correspondantes, qui coiffent exactement la convexité des boutons du plastron, et contribuent ainsi à former avec eux un système de fermoir à pression, dont la tonicité des muscles adducteurs de l'abdomen contribue à maintenir la solidité. Seul le telson peut librement pivoter autour de son articulation avec le sixième segment du pléon, mobi-

---

(1) Séance du 6 février 1928.

(2) G.-L. Duvernoy, *Fragments sur les organes de génération de divers animaux. Deuxième fragment. Les organes extérieurs de fécondation dans les Crustacés Décapodes* (*Mém. Acad. Sc.*, **23**, 1853, p. 133).

lité qui dégage éventuellement l'anus et permet la défécation. L'accrochage est si parfait qu'il faut un effort notable pour soulever l'abdomen en triomphant de sa résistance, et, au moment où brusquement il cède, on entend un déclic sonore, bien perceptible à distance si le Crabe est de taille suffisante. Parfois même les boutons restant pris dans leur logement sont arrachés avec la région qui leur sert d'embase, l'accrochage étant plus solide que la cuticule calcifiée elle-même.

Chez les femelles adultes, au contraire, l'ensemble du pléon est complètement mobile. La présence de pléopodes volumineux empêcherait à elle seule une application exacte de l'abdomen contre le thorax, même en dehors de la période d'incubation où ces appendices sont chargés d'œufs. Mais en outre les cavités d'accrochage font défaut à la face ventrale du sixième segment et le plastron thoracique est totalement dépourvu de boutons ou n'en porte que des vestiges trop rudimentaires pour pouvoir être fonctionnels; de sorte que, dans l'attitude ambulante de l'animal, l'abdomen en adduction est simplement ramené contre le thorax par tonicité musculaire et peut en être écarté sans effort.

Il semble donc, à ne considérer que les adultes, que l'appareil d'accrochage constitue un caractère sexuel secondaire propre aux mâles et faisant défaut aux femelles : c'est ainsi que l'a considéré Duvernoy. Un point très intéressant lui a échappé, c'est que les jeunes femelles, pendant toute une première partie de leur existence et jusqu'à un âge déterminé, tiennent leur abdomen appliqué en étroite coaptation contre le thorax et possèdent un appareil d'accrochage exactement semblable à celui des mâles. C'est seulement quand elles arrivent à la puberté et sont sur le point de pouvoir être fécondées pour la première fois, qu'elles subissent une mue spéciale au cours de laquelle à la fois les boutons du plastron thoracique s'oblitèrent et les pléopodes acquièrent leur type définitif. Cette métamorphose de puberté est très marquée en particulier chez les Oxyrhynques.

Chez le Crabe vulgaire, *Carcinus mænas* Pennant, la mue spéciale se place à un âge où la carapace céphalothoracique mesure de 20 à 25^{mm} de largeur, et il n'est pas très difficile de l'observer. On sait, en effet, que l'accouplement a lieu pendant la courte période où la femelle est encore molle, immédiatement après une mue. Les mâles distinguent les femelles qui vont muer, s'en saisissent d'avance et les promènent un certain temps, retournées et blotties sous leur face ventrale et maintenues par leurs propres pattes en attendant le moment où se produira la mue. Les mâles repèrent en parti-

culier les femelles qui sont sur le point d'accomplir leur mue spéciale de puberté et qui vont pouvoir être fécondées pour la première fois; ils les promènent comme il vient d'être dit, de sorte que si l'on rencontre sous un mâle une femelle ayant encore l'abdomen boutonné, il suffit de l'isoler et d'attendre quelques heures pour assister à la mue qui le déboutonnera.

On voit donc que l'accrochage de l'abdomen au thorax, que l'on pourrait être porté, par le seul examen des adultes, à considérer comme un caractère différentiel du sexe mâle, est en réalité plutôt un caractère somatique, commun aux deux sexes dans le jeune âge et qui persiste définitivement chez le mâle, tandis qu'il s'oblitère chez la femelle et fait place à une autre disposition fonctionnelle. Le fait est analogue à celui que j'ai signalé récemment pour les pléopodes 3 à 5 chez les Galathées [1].

Les Crabes mâles parasités dans leur jeune âge par une Sacculine peuvent présenter, en même temps que la perversion classique de leur abdomen dans le sens femelle, une atrophie plus ou moins nette de leur appareil d'accrochage.

PHYSIOLOGIE. — *Influence de la diète hydrique sur l'excrétion urinaire des corps cétoniques chez le chien.* Note de MM. **F. Maignon** et **E. Knithakis**, présentée par M. E. Leclainche.

Dans l'acidose du jeûne, chez l'homme, on observe, outre l'acétonurie, une forte excrétion d'acide β-oxybutyrique et, par conséquent, un accroissement important des corps cétoniques totaux. Ce fait ne s'étend pas, comme on aurait pu le croire, à toutes les espèces animales. Des travaux récents montrent l'absence de cétose au cours du jeûne chez le chien et le chat, chez le taureau (T. M. Carpenter), chez le rat (A. H. Smith et H. Lévine).

Nous avons étudié, dans ces recherches, les variations de l'acétone plus l'acide diacétique et de l'acide β-oxybutyrique chez le chien alimenté à la soupe de pain et soumis ensuite à la diète hydrique. Les dosages ont été effectués par la méthode pondérale de Van Slyke, tous les deux jours, sur l'urine des quarante-huit heures.

---

[1] Ch. Pérez, *Évolution postlarvaire des pléopodes chez les Galathées* (*Comptes rendus*, 184, 1927, p. 703).

Les résultats obtenus sont exposés dans le tableau suivant, dans lequel l'acide β-oxybutyrique et les corps cétoniques totaux sont exprimés en acétone.

	Soupe de pain.		Diète hydrique.	
	Durée en jours.	Excrétion moyenne des 24 heures.	Durée en jours.	Excrétion moyenne des 24 heures.
I. — Chien de 2 ans, 8kg (février 1926).				
Corps cétoniques totaux.......	3	0,030	11	0,018
II. — Chien de 2 ans, 8kg (avril 1926).				
Acétone....................	6	0,003	12	0,007
Acide β-oxybutyrique.........	»	0,083	»	0,024
Corps cétoniques totaux	»	0,086	»	0,031
III. — Chien de 4 ans, 8kg,9 (juillet-août 1926).				
Acétone....................	6	0,000	16	0,004
Acide β-oxybutyrique.........	»	0,023	»	0,010
Corps cétoniques totaux.......	»	0,023	»	0,014
V. — Chien de 3 ans, 14kg,8 (novembre 1926).				
Acétone....................	6	0,002	12	0,009
Acide β-oxybutyrique.........	«	0,091	»	0,039
Corps cétoniques totaux.......	»	0,094	»	0,048
VI. — Chien de 2 ans, 18kg (décembre-janvier 1927).				
Acétone....................	8	0,003	14	0,004
Acide β-oxybutyrique.........	»	0,089	»	0,032
Corps cétoniques totaux.......	«	0,092	»	0,036
VII. — Chien de 2 ans, 19kg (janvier-février 1927).				
Acétone....................	8	0,000	12	0,004
Acide β-oxybutyrique.........	»	0,026	»	0,025
Corps cétoniques totaux.......	»	0,026	»	0,029
VIII. — Chien de 18 mois, 8kg (février-mars 1927).				
Acétone....................	6	0,000	8	0,002
Acide β-oxybutyrique.........	»	0,087	»	0,012
Corps cétoniques totaux.......	»	0,087	»	0,014

	Soupe de pain.		Diète hydrique.	
	Durée en jours.	Excrétion moyenne des 24 heures.	Durée en jours.	Excrétion moyenne des 24 heures.
X. — Chien de 15 mois, 15kg (mars avril 1927).				
Acétone	2	0,000	12	0,003
Acide β-oxybutyrique	»	0,016	»	0,025
Corps cétoniques totaux	»	0,016	»	0,028
XI. — Chien de 4 ans, 12kg (avril-mai 1927).				
Acétone	4	0,000	16	0,004
Acide β-oxybutyrique	»	0,203	»	0,015
Corps cétoniques totaux	»	0,203	»	0,019

Analyse des résultats. — Sur des chiens sains, alimentés à la soupe de pain, nous avons constaté cinq fois sur huit l'absence d'acétone et d'acide diacétique dans l'urine, alors que la présence d'une petite quantité d'acide β-oxybutyrique s'est montrée constante.

Sur les mêmes sujets, soumis à la diète hydrique, l'acétone et l'acide diacétique n'ont jamais fait défaut, et les quantités ont toujours été nettement plus fortes que pendant la période d'alimentation. Par contre l'acide β-oxybutyrique a diminué six fois sur huit (dans la proportion moyenne de 96 à 23), est resté stationnaire une fois et a augmenté une fois (dans la proportion moyenne de 16 à 25). La moyenne de ces chiffres donne :

	Chiens alimentés.	Diète hydrique.
Acétone et acide diacétique en 24 heures	0g,001	0g,005
Acide β-oxybutyrique en 24 heures	0g,077	0g,023

Les résultats que nous venons de signaler se rapportent à la première quinzaine de jeûne. Nous avons constaté les mêmes phénomènes au cours de l'inanition prolongée, sur un chien dont la survie avait été de 61 jours. La moyenne des dosages effectués entre le 19e et le 60e jour a été de 0g,016 pour les corps cétoniques totaux, alors qu'elle est de 0,073 (calculée sur neuf chiens) chez les sujets alimentés.

Conclusions. — Non seulement le chien ne présente pas de cétose au cours de la diète hydrique, mais on voit généralement chez lui l'acide β-oxybutyrique et les corps cétoniques totaux diminuer dans une forte proportion, alors qu'une très légère acétonurie s'installe.

PHYSIOLOGIE. — *Influence de la minéralisation sur la pression osmotique des protéines du sang.* Note de MM. **Léon Blum**, **P. Grabar** et **Joseph Weill**, présentée par M. Widal.

Starling a montré que le sérum sanguin exerce une attraction sur l'eau : cette propriété serait due à la pression osmotique des protéines sanguines.

Au cours des œdèmes cette pression osmotique s'abaisse. D'après Krogh, Govaerts et d'autres cet abaissement est moins la conséquence d'une diminution de la quantité que d'une modification qualitative des protéines : il résulterait d'une diminution de la sérine (sérumalbumine) par rapport à la globuline, de sorte que le quotient albumine/globuline serait plus bas que normalement.

L'abaissement de la pression osmotique au cours des œdèmes, auquel tous ces auteurs attribuent un rôle des plus importants dans la genèse de l'œdème, serait ainsi conditionné par le changement des albumines sanguines, l'œdème serait en dernier lieu dû à une altération des albumines du sang.

Ayant pu constater que les différences de la pression osmotique, observées au cours des états pathologiques coïncident avec des changements de la minéralisation du sérum, nous nous sommes proposé de rechercher dans quelle mesure la teneur en chlore et en sodium influence la pression osmotique du sérum sanguin. De telles expériences peuvent être faites sur le même sujet soumis à un régime alimentaire constant, mais contenant des quantités variables de NaCl ; l'on peut ainsi faire varier dans des limites importantes la teneur du sang en chlore et en sodium, tandis que nous ne sommes pas à même d'influencer les albumines du sang.

Nous avons établi chez des sujets dont l'organisme est appauvri en chlorure de sodium la pression osmotique et le rapport albumine/globuline en nous servant des méthodes utilisées par Govaerts.

En laissant ces sujets à un régime dépourvu complètement de sel, l'appauvrissement en chlore et en sodium et particulièrement en chlore, devient encore plus accusé.

Puis nous avons administré soit du chlorure d'ammonium, soit du bicarbonate de soude, soit encore du chlorure de sodium, et avons recherché l'influence de ces sels sur la pression osmotique et le rapport albumine/globuline.

Voici ce que nous avons constaté :

A. Pour la pression osmotique :

1° L'ingestion de NaCl a une action manifeste sur la pression osmotique : elle en produit un abaissement marqué en même temps que la teneur en Na et Cl du sérum augmente.

2° L'effet de NH^4Cl donne en doses suffisantes pour déterminer une hyperchlorémie prononcée est incertain, en tout cas beaucoup moins marqué que celui de NaCl.

3° Le bicarbonate de soude a également une action, mais beaucoup moins forte que NaCl.

B. Le quotient albumine/globuline :

1° L'ingestion des sels influence nettement le quotient albumine/globuline.

2° Le sens de l'influence de NH^4Cl et de CO^3NaH ne peut pas encore être précisé définitivement; NaCl produit l'effet le plus fort.

C. Rapport entre la pression osmotique et le quotient albumine/globuline :

Il n'y a pas de parallélisme constant entre les deux phénomènes : ils peuvent évoluer en sens inverse.

Nos recherches montrent que toutes choses restant égales, il suffit d'ingérer du NaCl pour influencer nettement la pression osmotique des protéines et le quotient albumine/globuline. Cela nous fait penser que les deux phénomènes sont coordonnés et conditionnés par la même cause, ne dépendent pas l'un de l'autre, que les changements de la pression osmotique des protéines du sang ne sont pas dus à une altération primitive des albumines sanguines, comme on l'admet actuellement, mais sont la conséquence du changement de la minéralisation.

PHYSIOLOGIE. — *Diurèse et pression osmotique des albumines.* Note de MM. L. **Ambard** et F. **Schmid**, présentée par M. Widal.

Cette Note a pour objet d'exposer une conception de la sécrétion aqueuse du rein. A notre avis on doit distinguer deux espèces de sécrétions aqueuses. La première siège dans les cellules des tubes rénaux, met en activité le pouvoir de concentrer une substance et se trouve donc liée à la notion de concentration maxima.

La seconde a son siège dans les glomérules, est sans rapport avec l'élimination des substances solides et ne met en jeu que des variations de la pression osmotique des albumines. Son mécanisme est le suivant : Si la pression osmotique d'une albumine varie, celle de toutes les autres albumines du corps varie simultanément et dans le même sens. Par pression osmotique d'une albumine nous entendons la différence entre la pression qui est propre à cette albumine elle-même et la pression osmotique du liquide où elle baigne. Il s'agit donc d'une pression différentielle, et c'est parce que celle-ci règle directement l'hydratation ou la déshydratation de l'albumine, que nous la considérerons seule ici.

Les faits étant ainsi compris, il en résulte que si la pression osmotique des albumines diminue alors que la pression hydrostatique dans les capillaires lui reste supérieure, nous aurons une exode de l'eau en dehors des vaisseaux et ceci conformément à la conception déjà émise par Starling. Telle est la première étape de la sécrétion rénale de l'eau au niveau des glomérules.

La seconde étape est le passage à travers l'épithélium des glomérules de l'eau exsudée hors des capillaires. Cette seconde a été négligée, on le sait, par Starling qui ne voyait dans la sécrétion rénale de l'eau qu'un passage direct de l'eau du sang à travers les seuls capillaires. Or, si on la néglige, tout reste incompréhensible. Par exemple on est amené à prévoir de la polyurie dans le cas où l'exode de l'eau à travers les capillaires est excessive alors qu'en fait on observe souvent de l'oligurie, ainsi que le montre avec évidence la néphrite avec œdème, où le rein est œdématié et cependant oligurique.

Si au contraire on tient compte de la seconde étape, tout s'explique aisément. En effet, du moment que l'eau exsudée hors des capillaires doit être absorbée par l'épithélium glomérulaire pour être éliminée dans la cavité du glomérule, il est évident que le passage de l'eau à travers cet épithélium sera fonction de l'hydratation dont cet épithélium est susceptible. Or, puisque dans la néphrite œdémateuse cette hydratation est diminuée parce que la pression osmotique des albumines est abaissée, il y aura nécessairement oligurie.

Un processus exactement inverse rend compte de la polyurie des azotémiques.

Pour comprendre d'autre part comment la pression osmotique des albumines varie dans les cas de variations de diurèse les plus typiques, il suffit, à notre avis, de prendre en considération cette notion bien connue que les

albumines ne possèdent pas en elles-mêmes de pression osmotique marquée, et que cette propriété leur est conférée par les électrolytes qui leur sont combinés.

Expérimentalement, on sait que toute acidose provoque de la polyurie; or l'on sait que si l'on ajoute de l'acide à une solution d'albumine, la pression osmotique des albumines croît plus vite que celle du solvant, parce que l'acide ajouté se fixe pour la plus grande partie sur les albumines.

Cliniquement, on sait que dans l'urémie il y a de la polyurie. Ici il existe encore de l'acidose, mais nous savons de plus, et c'est ce que nous avons déduit des recherches de L. Blum sur le chlore et le sodium des urémiques, qu'il y a une surchage des albumines en acide chlorhydrique avec déficit NaCl dissous dans le plasma, et ceci constitue une double raison d'augmentation de la pression osmotique des albumines. A la suite de l'ingestion de sel il y a de la polyurie. Or à la suite d'ingestion de NaCl il y a d'abord une élimination de Na prépondérante vis-à-vis de Cl, et constitution d'une surcharge des albumines en acide chlorhydrique; phénomène qui prend chez les urémiques une telle amplitude qu'on peut aisément chez eux identifier une surchage chlorhydrique des albumines, avec maintien ou même diminution du NaCl dissous. C'est exactement et pour des raisons inverses que s'explique l'oligurie des néphritiques avec œdème.

PHARMACODYNAMIE. — *Sur une substance enivrante, la banistérine, extraite de* Banisteria Caapi. Note de M. **Louis Lewin**, présentée par M. Charles Richet.

Une plante de l'Amérique du Sud, peu connue et non encore étudiée au point de vue chimique et toxique, enrichit d'une manière intéressante le nombre des principes stupéfiants et excitants. Il s'agit de la liane *Banisteria Caapi*, de la famille des Malpighiacées et qui appartient donc à une famille dans laquelle on ne connaissait pas auparavant d'espèces d'un caractère toxique prononcé et même narcotique [1].

Elle se trouve à l'état sauvage ou cultivé depuis l'Orinoco jusqu'au Rio Negro et aux Cordillères, dans ce vaste territoire qui comprend en partie la Colombie, l'Équateur, le Pérou, le sud du Vénézuela, l'ouest de la

[1] M. R. Hamet a étudié quelques-unes des propriétés de la *Banisteria Caapi* (*Comptes rendus*, 184, 1927, p. 1266).

Guyane Anglaise, le Brésil, etc. Dans ces pays, des tribus très diverses emploient la *Banisteria Caapi* comme enivrant à côté du tabac, des boissons alcooliques et éventuellement de la coca. En cuisant et filtrant pendant 7 ou 8 heures le bois désagrégé et pulvérisé de la liane, on parvient à en brasser une potion bue non seulement aux fêtes communes, mais aussi dans les maisons particulières. On en consomme parfois jusqu'à un litre. On prétend que cette boisson cause un état de transe qui fait éprouver au buveur des sensations agréables et nouvelles. Ordinairement les hommes seuls la boivent; quelques tribus l'interdisent même aux femmes. Deux minutes après l'absorption on voit pâlir l'Indien, qui tremble de tous ses membres, sue fortement et est pris d'une fureur violente. Cette excitation d'à peu près dix minutes, accompagnée de cris, de danses et peut-être de crampes, est suivie d'épuisement et d'une narcose rêveuse. Tout d'abord, on éprouve des sentiments de chaleur et de froid avec hallucinations, visions et fantômes multiformes.

On peut obtenir cristallisé le principe actif de la *Banisteria Caapi*, la banistérine, sous forme de prismes.

Voici sa composition : $C^{13}H^{12}ON^2$. Le point de fusion de la base libre est à 256°-257°; le chlorhydrate fond à 264° en se décomposant. D'après Merck cet alcaloïde est identique avec la harmine, retirée de *Peganum Harmala*. L'acide sulfurique pur dissout le chlorhydrate de banistérine en provoquant une fluorescence verte, qui disparaît bientôt. Au bout de quelques heures, la solution incolore se violace légèrement.

Les expériences que j'ai faites sur des animaux à sang froid et chaud — même sur des singes — ont montré sans exception une forte excitation motrice accompagnée d'une augmentation des réflexes. On note avant tout des tremblements qui se produisent déjà après 3-10 minutes et se prolongent jusqu'à 2 heures. Des chiens entraient en une telle exaspération qu'ils avaient l'air d'être enragés et qu'on les aurait tués si l'on n'avait pas connu la cause de leur état. A ma connaisance, la harmine ne produit pas de pareils effets.

Les hommes que j'ai soumis à l'expérience éprouvaient, après une injection de $0^g,02$-$0^g,07$, un sentiment de chaleur et d'alourdissement de la tête et une lassitude générale. Une femme souffrant d'hémiplégie eut la sensation spontanée de légèreté; après la deuxième injection elle crut pouvoir marcher mieux et désirait une troisième. Le professeur Wilmanns et M. Beringer ont fait des expériences plus étendues. Ils ont trouvé que la banistérine diminue les pulsations, ce que j'avais déjà vu chez l'animal et ce

qui peut être intéressant pour la thérapie des maladies du cœur. Mais avant tout les personnes atteintes d'une inflammation de cerveau (*encephalitis lethargica*), de la soi-disant grippe cérébrale, et traitées par la banistérine, se trouvaient mieux, se sentaient plus légères. La rigidité des muscles, le symptôme le plus apparent de cette maladie, diminuait. La marche devenait dégagée et le langage plus accentué. Avec $0^g,04$ la rigidité disparaissait presque entièrement. Les remèdes employés jusqu'ici sont loin d'égaler la banistérine.

On ne saurait encore indiquer les applications de la banistérine à la thérapeutique. Il est probable que son emploi ne sera pas sans succès dans certaines paralysies.

CHIMIE PHYSIOLOGIQUE. — *Sur le pouvoir oxydo-réducteur du chondriome.* Note [1] de M. **Ph. Joyet-Lavergne**, présentée par M. d'Arsonval.

A. Mayer, F. Rathery et G. Schaeffer [2], dans leurs recherches sur la cellule hépatique, ont démontré l'existence d'un élément lipoïde dans la constitution des mitochondries. De cette qualité chimique, les auteurs déduisent l'hypothèse de travail suivante : « Les mitochondries sont un support et un lieu des phénomènes d'oxydation. »

D'autre part la présence du glutathion sur les éléments du chondriome a été constatée dans des cellules très diverses [3]. Une confirmation de cette qualité du chondriome, d'être le support du glutathion, peut être obtenue par les expériences suivantes : on prend deux fragments frais, égaux de foie de *Bufo vulgaris;* l'un est placé dans une solution d'acide acétique à 5 pour 100, milieu dans lequel les éléments du chondriome seront détruits; l'autre est placé dans une solution d'acide trichloracétique à 2 pour 100 qui conserve le chondriome. On constate que le fragment qui a séjourné dans l'acide acétique ne donne plus la réaction au nitroprussiate, tandis que l'autre fragment donne une réaction positive avec le même réactif. Une comparaison analogue, faite avec des fragments égaux de foie de *Rana temporaria* dont l'un a séjourné dans l'acide acétique à 5 pour 100, tandis que l'autre a séjourné dans le formol salé, donne des résultats semblables à

---

(1) Séance du 6 janvier 1928.

(2) A. Mayer, F. Rathery et G. Schaeffer, *Travaux du laboratoire de physiologie physicochimique de l'École des Hautes Études*, III, 1913-1914, p. 607.

(3) Ph. Joyet-Lavergne, *C. R. Soc. Biol.*, **97**, 1927, p. 327.

ceux obtenus avec *Bufo vulgaris*. Ainsi, la dislocation et la destruction chimique des éléments du chondriome est en corrélation avec la disparition de la réaction du glutathion sur les cellules.

Les qualités chimiques du glutathion permettent de supposer que le chondriome est le siège de phénomènes d'oxydo-réductions. Dans notre conception, suivant les circonstances du métabolisme intracellulaire, le glutathion du chondriome doit pouvoir manifester tantôt un pouvoir oxydant, tantôt un pouvoir réducteur. Il est possible de faire apparaître directement les propriétés oxydantes ou réductrices du chondriome, indépendamment des constatations faites ci-dessus (1) et (2), sur la nature chimique de ce chondriome.

Pouvoir oxydant. — La mise en évidence des régions intracellulaires qui sont le siège de phénomènes d'oxydation peut s'effectuer au moyen de réactifs qui prennent une coloration par oxydation. Si les conditions d'oxydation de ces réactifs qui réalisent leur changement de coloration sont assez voisines de celles qui existent dans la cellule et si, d'autre part, les réactifs peuvent pénétrer dans le cytoplasme sans en léser trop gravement la structure, au moins pendant la durée d'une observation, la conséquence de leur action sera de faire apparaître dans la cellule les régions d'oxydation par une couleur plus marquée.

Si l'on traite des fragments frais du foie de *Rana temporaria* par les solutions aqueuses à 2 pour 100 soit d'acide pyrogallique, soit de métol, soit d'hydroquinone, soit de diamidophénol, on constate après dilacération des tissus que, dans les cellules assez bien isolées pour permettre une bonne observation, le chondriome est nettement coloré en noir. La paraphénylène diamine ou le métoquinone en solution à 1 pour 100 dans l'alcool à 50° permettent également une mise en évidence du chondriome.

Les cellules de l'epithélium intestinal de *Rana* constituent un matériel moins favorable; toutefois on peut colorer leur chondriome par les solutions aqueuses à 2 pour 100 soit d'acide pyrogallique, soit de métol. Les cellules hépatiques de *Bufo vulgaris* donnent des résultats comparables à ceux obtenus avec le foie de *Rana*, mais un peu moins réguliers.

Les propriétés oxydantes du chondriome peuvent se manifester dans les cellules végétales. La solution aqueuse de métol à 2 pour 100 fait apparaître dans les cellules épidermiques des pétales d'une Amaryllidée horticole, *Crinum Powelli*, des images du chondriome analogues à celles que révèle le vert Janus. Dans le métol à 2 pour 100, on peut voir la germination du pollen de *Antirrhinum majus;* on assiste alors à la coloration en noir de

petits grains ou très courtes baguettes, dans le cytoplasme du tube pollinique. Ces éléments donnent des images semblables à celles du chondriome révélées par le vert Janus. On peut faire une constatation semblable sur le pollen de Capucine traité par la solution aqueuse à 2 pour 100 d'acide pyrogallique.

Pouvoir réducteur. — Les propriétés réductrices du chondriome peuvent se manifester par l'action d'une solution aqueuse de chlorure d'or à 1 pour 100 sur les cellules hépatiques et sur les cellules de l'épithélium intestinal de *Rana temporaria*. Le phénomène de réduction du réactif se manifeste au niveau du chondriome par la coloration noire très nette que prennent les éléments de ce chondriome. La solution aqueuse à 1 pour 100 d'azotate d'argent est également réduite par les éléments du chondriome qu'elle noircit, mais les figures obtenues sont moins nettes qu'avec le chlorure d'or.

CHIMIE BIOLOGIQUE. — *Formation d'un orthodiphénol aux dépens des glucides par certains microbes du sol.* Note [1] de M. **Lemoigne**, présentée par M. Gabriel Bertrand.

De nombreux organismes inférieurs peuvent faire la synthèse des acides aminés aromatiques, en utilisant des glucides et de l'azote ammoniacal. On ignore le processus de cette synthèse.

Les faits suivants n'apportent encore aucune contribution certaine à l'étude de cette question, mais y serviront peut-être ultérieurement.

On cultive divers microbes du sol sur un milieu minéral sucré. En ajoutant goutte à goutte du perchlorure de fer à 30° B., à quelques centimètres cubes de culture, on observe la formation d'un précipité de phosphate de fer qui se dissout dans un léger excès de réactif. Avec certains microbes, il apparaît, au moment de la redissolution du sel ferrique, une coloration verte plus ou moins foncée que l'on ne peut confondre avec la teinte jaune des tubes témoins. Quand cette réaction est positive, elle se manifeste déjà avec des cultures très jeunes.

J'ai réuni quelques-uns des résultats obtenus.

---

[1] Séance du 6 février 1928.

Microbe et origine.	Réaction du perchlorure de fer.	pH.	Nature de la fermentation.
Témoin non ensemencé	o	6,8	»
B. subtilis : Institut Pasteur	+ +	4,8	Butylèneglycolique
B. Globigii : University of Wisconsin	+	5,0	»
B. subtilis »	+ +	4,8	»
B. mesentericus : Lister Institut	+ +	4,6	»
B. F. 2 : Institut Pasteur de Lille	+ +	4,4	»
B. F. 11 »	+ +	6,0	»

Tous les microbes précédents sont très fréquents dans les eaux, la terre et le fumier.

La réaction colorée ci-dessus, faite en un milieu aussi complexe et avec du perchlorure de fer concentré, ne permet aucune conclusion.

J'ai cherché à purifier le produit qui la donne.

La culture (1500^{cm^3}) est distillée dans un courant de gaz carbonique. Le distillat, riche en acétylméthylcarbinol, ne se colore pas avec le perchlorure de fer. Le résidu fixe, additionné de 4 volumes d'alcool à 95°, est filtré et le filtrat distillé sous pression réduite. Le sirop obtenu, mélangé à du sable calciné, est desséché dans le vide et la masse épuisée par l'éther.

Après évaporation du solvant, il reste un sirop jaune rougeâtre riche en 2-3-butylèneglycol. On le dilue avec suffisamment d'eau distillée pour avoir une solution incolore qui donne les réactions suivantes.

Une goutte de perchlorure de fer très étendu produit une coloration vert foncé qui vire au mauve violet par addition de CO^3NaH et au rouge vin par celle de soude ou d'ammoniaque. Si l'on a mis au préalable de l'acétate de sodium, la teinte est mauve puis violette.

Ces réactions, tout à fait nettes, caractérisent les orthodiphénols. L'acide sulfanilique donne une coloration brun foncé avec le perchlorure de fer dilué et rouge vin avec le bichromate de potassium (Bayer); avec le perchlorure de fer et le ferricyanure de potassium, on obtient de suite une formation intense de bleu de Prusse (Brouardel et Boutmy). L'acide sulfanilique en solution chlorhydrique, en présence de nitrite de sodium, donne, après saturation par l'ammoniaque, une forte coloration rouge (Erlich). Enfin, toutes les réactions de réduction sont positives. L'ensemble de ces faits confirme la conclusion à laquelle on était arrivé par l'emploi du perchlorure de fer.

Si l'extraction est faite en milieu alcalin, l'éther dissout le butylène-

glycol mais non le diphénol que l'on peut extraire du résidu par un nouveau traitement à l'éthèr en milieu acide. On obtient ainsi une solution presque incolore, très altérable à l'air et qui donne, avec intensité, les réactions précédentes. Malheureusement, la très grande dilution du composé phénolique ne m'a pas permis encore d'obtenir celui-ci cristallisé.

En agissant sur le glucose, les alcalis produisent de la pyrocatéchine. [Alain et Gaud (1); A. Gautier (2)]. L'intervention de cette réaction chimique a été signalée dans les cultures alcalines de *B. mesentericus niger* par A. Muschel (3). Mais dans les cas que je signale ici, le phénomène est différent car le milieu est constamment acide passant de pH 6,8 à pH 4,4.

Il y a lieu de remarquer que parmi les organismes que j'ai étudiés (environ 20), seuls des ferments butylèneglycoliques, producteurs très actifs d'acétylméthylcarbinol, donnent la réaction verte avec le perchlorure de fer. Le nombre des microbes essayés est trop faible pour que l'on puisse déterminer si cela est dû à une corrélation ou à une simple coïncidence.

Conclusions. — Certains microbes du sol, cultivés dans un milieu minéral ne contenant que du sucre comme substance organique, produisent, dès le début de leur développement, un orthodiphénol soluble dans l'éther en milieu acide.

M. **Antoine Vergnette** adresse une Note intitulée *Nouvelles observations à propos du « gisement » de Glozel.*

M. **P. Russo** et Mme **L. Russo** adressent une Note intitulée *Remarques sur les inscriptions rupestres du nord saharien et les caractères de Glozel.*

La séance est levée à 16^h^15^m^.

A. Lx.

---

(1) Alain et Gaud, *Journ. Pharm. et Chimie*, 30, 1894, p. 300.
(2) A. Gautier, *Bull. Soc. Chim.*, 2e série, 31, 1879, p. 530.
(3) A. Muschel, *Biochem. Zeitsch.*, 131, 1922, p. 570.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

Ouvrages reçus pendant les séances de décembre 1927.

Œuvres de Henri Poincaré, publiées sous les auspices de l'Académie des Sciences, par Paul Appell. Tome I, publié avec la collaboration de Jules Drach. Paris, Gauthier-Villars et Cie, 1928; 1 vol. 28cm, 5.

Souvenirs sur Marcelin Berthelot, par Camille Matignon. Paris, *La Revue de Paris*, numéro du 15 novembre 1927; 1 fasc. 24cm.

La foudre, ses différentes formes, la matière fulminante, par E. Mathias. Paris *Annales des postes, télégraphes et téléphones*, novembre 1927; 1 fasc. 23cm, 5.

Trempe, recuit, revenu, traité théorique et pratique : I. *Théorie*, par Léon Guillet. Paris, Dunod, 1928; 1 vol. 25cm, 5.

La France ignorée; sud-est de la France, par E.-A. Martel. Paris, Delagrave, 1927; 1 vol. 28cm.

Franz Schrader; Les Pyrénées, par E.-A. Martel. Chartres, Félix Lainé, 1925; 1 fasc. 21cm, 5.

L'Aven Armand, Causse Méjean (Lozère), par E.-A. Martel. Millau, Artières et Maury, 1927; 1 fasc. 22cm.

Les données et les inconnues du problème alimentaire : I. *Le problème de l'alimentation*; II. *La question des vitamines*, par Lucie Randoin et Henri Simonnet. Paris, Presses universitaires de France, 1927; 1 vol. 24cm.

Les larves et nymphes des Dytiscides, Hygrobiides, Haliplides, par Henri Bertrand. Paris, Paul Lechevalier, 1928; 1 vol. 25cm, 5. (Présenté par M. Bouvier.)

(*A suivre.*

ERRATA.

(Séance du 23 janvier 1928.)

Note de M. *Henri Milloux*, Sur une propriété de croissance des fonctions entières :

Page 214, ligne 19, *au lieu de* $\overline{\lim_{r=\infty}} V(r) \leqq r^{2-\varepsilon}$, *lire* $\overline{\lim_{r=\infty}} V(r) \leqq r^{\frac{1}{2}-\varepsilon}$.